

Manual de prácticas de Análisis de Alimentos



TITULAR

DRA. LILIA MIREYA MÉNDEZ VENTURA

Xalapa, Veracruz

2020



UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante comprende y determina la composición física y química de los alimentos en un ambiente de responsabilidad y compromiso para su aplicación en el control de calidad de los alimentos de acuerdo a la normatividad vigente.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

De aprendizaje	De enseñanza
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Búsqueda de información sobre los temas de las prácticas (libros, revistas, internet). ➤ Resolución de cuestionarios. ➤ Realización de prácticas de laboratorio. ➤ Discusión en pequeños grupos y en sesión plenaria de los resultados de las prácticas. ➤ Elaboración de reporte escrito de cada práctica. ➤ Elaboración de manuales o guías de prácticas. ➤ Diseño y exposición de proyecto integrador por equipo en un foro. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Examen diagnóstico. ➤ Exposición con apoyo tecnológico variado (simuladores, software educativo, plataforma virtual EMINUS). ➤ Integración de equipos colaborativos. ➤ Revisión de bitácoras y prácticas. ➤ Análisis de resultados de las prácticas y manejo estadístico de datos. ➤ Aprendizaje basado en problemas ➤ Asistencia a conferencias, talleres o cursos.

APOYOS EDUCATIVOS

Materiales didácticos	Recursos didácticos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Programa de estudio de la EE ➤ Guía de laboratorio (avalada en 2020). ➤ Otros: libros en pdf, revistas, antologías, fotocopias, programas de cómputo y audiovisuales, videos, simuladores, ejemplos de productos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material, equipo y reactivos de laboratorio especificados en la guía de prácticas del Paquete didáctico, pintarrón, marcadores, borrador, computadora portátil, proyector digital, programas de cómputo, laboratorios, cámara de video, conexión a internet, Plataforma Institucional EMINUS, grupos en EMINUS, Facebook o Blogs.

**EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO**

Evidencia (s) de desempeño	Criterios de desempeño	Ámbito(s) de aplicación	Porcentaje
Examen diagnóstico	<ul style="list-style-type: none">➤ Coherencia, suficiencia y pertinencia en las respuestas a los reactivos o propuestos.	<ul style="list-style-type: none">➤ Aula➤ Laboratorio	0%
Bitácora por práctica	<p>Escala de verificación en la que se considere:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Entrega en tiempo y forma de la bitácora.➤ Elaboración de la bitácora de acuerdo con las instrucciones impartidas en la primera sesión de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratorio	20%
Desempeño práctico en el laboratorio	<p>Guía de observación, autoevaluación y coevaluación que reflejen:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Habilidades y actitudes en el laboratorio conforme al reglamento interno de la Facultad de QFB, y NOMs sobre residuos químicos, diseño y etiquetado de productos alimentarios.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratorio	20%
Exámenes parciales y/o final	<ul style="list-style-type: none">➤ Exámenes parciales y final que muestren el manejo de contenidos adecuado a los planteamientos propuestos.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratorio➤ Aula	30%
Prácticas de laboratorio y/o reportes	<p>Escala de verificación y Rúbrica para prácticas de laboratorio en formato de manual o compendio en los que se tome en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Entrega en tiempo y forma las prácticas de laboratorio.➤ Elaboración de prácticas de acuerdo con las instrucciones impartidas en la primera sesión de laboratorio.➤ Conformación del compendio o manual de prácticas acorde a los lineamientos indicados por el docente.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratorio➤ Aula	30%



Universidad Veracruzana



ACREDITACIÓN

Para acreditar este curso el alumno deberá haber asistido como mínimo al 80% de las clases y presentado con suficiencia cada evidencia de desempeño. La escala de calificación será de 2 al 10. La calificación mínima aprobatoria de 6. El incumplimiento de al menos un criterio de los anteriores será motivo de no acreditación.



ALGUNAS NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

• **ESTA TOTALMENTE PROHIBIDO BEBER, COMER O FUMAR EN EL LABORATORIO.**

- En todas las prácticas es obligatorio el uso de bata de laboratorio blanca. Debe vestirse adecuada y cómodamente el día de laboratorio, no usar falda, bermudas o pantalones cortos.
- Utilizar zapatos cerrados.
- Para proteger en forma adecuada los ojos, siempre debe usar gafas de seguridad. Nunca deben llevarse lentes de contacto.
- Nunca se debe trabajar solo sin supervisión en el laboratorio, ni realizar ningún experimento sin previa autorización.
- Mantener el área de trabajo limpia, seca y ordenada.
- Antes de utilizar un reactivo, asegurarse de que es el correcto.
- No calientes solventes volátiles (éteres, benceno, etanol, etc.) con mechero de gas. Hacerlo en un baño de agua caliente o en parrilla eléctrica.
- Nunca dirigir la boca del recipiente en el cual se está efectuando una reacción, hacia los compañeros.
- Muchos de los reactivos que se manipulan son tóxicos, evitar el contacto con la piel, ojos y mucosa, evitar inhalarlos o pipetearlos directamente si son líquidos.
- Al vaciar un líquido hacerlo por el lado contrario de la etiqueta o rótulo.
- Cuando se deban insertar tubos de vidrio o varillas en corchos o taponos, debe tenerse la precaución de pulir los extremos y lubricar con gotas de glicerina, agua jabón o grasa. Proteger las manos con varias capas de toalla o unos guantes resistentes mientras se inserta el vidrio o el material cortante.
- Nunca se debe agregar agua a un ácido concentrado, diluir el ácido adicionándolo lentamente al agua con agitación constante; las bases deben ser diluidas de forma análoga.
- Distribuya bien el tiempo de trabajo en el laboratorio.
- Nunca utilizar el material de laboratorio para realizar pruebas organolépticas.



INDICE	
	Pág.
UNIDAD 1	
INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE ALIMENTOS	7
1 MUESTREO	8
1.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS	10
1.2 SELECCIÓN DE UN MÉTODO	12
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRAS	14
1.4 TOMA Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	17
1.5 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	21
1.6 ANÁLISIS PROXIMAL	22
1.7 TÉCNICAS DE LABORATORIO	24
1.8 METODOS GENERALES DE ANALISIS	26
UNIDAD 2 “CEREALES”	58
2.1 ANÁLISIS DE CEREALES Y LEGUMINOSAS	58
2.2 DETERMINACIONES GENRALES	61
UNIDAD 3 “CARNES	69
3.1 ANÁLISIS DE CARNES Y DERIVADOS CÁRNICOS	69
3.2 DETERMINACIONES GENERALES	69
UNIDAD 4 “LECHE”	78
4.1 ANÁLISIS DE LECHE	83
UNIDAD 5 “VINOS”	
5.1 ANÁLISIS DE VINOS Y BEBIDAS ALCOHÓLICAS	99
RECOMENDACIONES	104
ANEXOS	105



1.0 INTRODUCCIÓN AL ANALISIS DE LOS ALIMENTOS

El punto de partida para el estudio de la ciencia alimentaria está en el conocimiento tanto de los componentes químicos de los alimentos como de las reacciones que conducen a los cambios en la constitución y las características de dichas sustancias. Estos compuestos contienen radicales o partes químicamente activas que pueden participar en complicadas series de reacciones entre sí y con los medios que rodean a los alimentos, tales como aire, agua, empaques, equipos de procesamiento, etc. Durante su preparación, los alimentos se ven expuestos a la humedad, el calor, el frío, la interacción con otros materiales y sustancias, lo que puede inducir reacciones adicionales; esta reactividad hace que los alimentos deban ser considerados como sistemas químicos que están cambiando de modo rápido y permanente. El estudio del agua y el análisis de la composición elemental y mineral de los alimentos implica destruir las estructuras moleculares de que dichos elementos forman parte; mientras que en el estudio de la composición molecular de los alimentos se debe conservar la integridad de las diversas entidades moleculares con el fin de poder caracterizarlas y discernir acerca de su comportamiento y su contribución a las propiedades y la calidad de los alimentos. Esta identificación y discernimiento deben entonces referirse no solo a los compuestos que constituyen los nutrientes sino también a otros compuestos del alimento que contribuyen a definir las propiedades, comportamiento y calidad de los productos alimenticios o que simplemente son materiales de relleno, desecho alimentario, o más aun, representan de manera real o potencial sustancias indeseables para el consumidor o tóxicas y nocivas para su organismo. Por esta razón, en este manual la parte experimental se dirige hacia el estudio de los carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos y otros componentes de los alimentos, buscando conocer acerca de su naturaleza, propiedades, su comportamiento en los productos alimenticios y su contribución para definir la calidad de los alimentos. Entre los diversos análisis que se realizarán, se encuentran un conjunto de determinaciones que describen la composición nutritiva de una sustancia alimenticia y al cual se le da el nombre de análisis próximo, comprende las determinaciones de humedad o sustancias volátiles a 105°C, extracto etéreo o grasa bruta, cenizas o material mineral, fibra bruta, proteína bruta y extracto no nitrogenado. Entiéndase el término bruto para estas determinaciones en el sentido de que se analizan grupos de sustancias que responden a ciertas características, pero no se identifican particularmente con cada una de ellas. Además, se incluyen análisis representativos de varios grupos de alimentos (leche y derivados, productos cárnicos, cereales y harinas... etc.) encaminados a identificar y cuantificar sustancias o fenómenos que ocurren específicamente en ellos.



UNIDAD 1. MUESTREO PARA EL ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS.

La caracterización de los alimentos proviene de los resultados de los diferentes ensayos a que puede someterse utilizando diferentes métodos de evaluación, los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. Así, la evaluación de los alimentos involucra tres tipos de análisis: análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis sensorial.

Análisis fisicoquímico: Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química, es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en que cantidades estos compuestos se encuentran. El análisis fisicoquímico brinda poderosas herramientas que permiten caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico, y constituye una disciplina científica de enorme impacto en el desarrollo de otras ciencias como la bioquímica, la medicina y las ciencias farmacéuticas, por solo mencionar algunas.

Análisis microbiológico: Los alimentos son sistemas complejos de gran riqueza nutritiva y por tanto sensible al ataque y posterior desarrollo de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras). En todos los alimentos hay siempre una determinada carga microbiana, pero esta debe ser controlada y no debe sobrepasar ciertos límites, a partir de los cuales comienza a producirse el deterioro del producto con la consecuente pérdida de su calidad y aptitud para el consumo. Por otra parte, existen microorganismos patógenos que producen enfermedades y cuya presencia es por tanto indeseable y hace extraordinariamente peligroso su consumo. El análisis microbiológico se realiza entonces con vistas a identificar y cuantificar los microorganismos presentes en un producto, así como también constituye una poderosa herramienta en la determinación de la calidad higiénico-sanitaria de un proceso de elaboración de alimentos, lo que permite identificar aquellas etapas del proceso que puedan favorecer la contaminación del producto.

Análisis sensorial: Constituye una disciplina científica que permite evaluar, medir, analizar e interpretar las características sensoriales de un alimento (color, olor, sabor y textura) mediante uno o más órganos de los sentidos humanos. A pesar de que la evaluación sensorial es el análisis más subjetivo, pues el instrumento de medición es el ser humano, muchas veces define el grado de aceptación o rechazo de un producto. Está claro que un alimento que no resulte grato al paladar, a la vista o al olfato, no será aceptado, aunque contenga todos los constituyentes nutritivos necesarios y esté apto desde el punto de vista microbiológico.



Debe tenerse muy presente que ninguno de los métodos señalados tiene mayor o menor importancia que los otros y todos desempeñan un gran papel en la determinación del valor de los alimentos. Solo la aplicación articulada y consecuente de los métodos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales puede ofrecer evidencia objetiva de la calidad integral de un alimento.

Hoy en día, ningún producto sale al mercado sin antes ser sometido a un riguroso control de calidad que garantice su aceptación para ser comercializado. En los alimentos el control de calidad constituye una etapa más del proceso productivo y adquiere una particular importancia por la relación existente entre la alimentación y la salud. Por otra parte, el control de calidad en la industria de los alimentos permite encontrar las fallas y los errores en el proceso de fabricación y en lo que respecta a las materias primas, almacenamiento, transportación, etc., proponiendo medidas eficaces para disminuir o eliminar estos errores. Las determinaciones físicas y químicas que se realizan a los alimentos como parte del control de calidad, así como los límites en que deben encontrarse los componentes que se cuantifican están contenidas en ocasiones en documentos técnicos Normas, Decretos, Resoluciones y dependen del tipo de alimento. El control de calidad no se circunscribe solo al producto final, sino que también deben controlarse rigurosamente la materia prima y el producto durante el propio proceso de elaboración.

- **Estudios de almacenamiento y conservación:** Durante la etapa de almacenamiento, los alimentos pueden sufrir transformaciones que involucren cambios en su composición química con la consecuente aparición de productos indeseables que afectan su conservación y por ende su aptitud para el consumo. Así, la efectividad de un nuevo envase o método de conservación y/o almacenamiento puede ser evaluado a través de la determinación cualitativa o cuantitativa de ciertas sustancias. Estas determinaciones se realizan empleando métodos químicos y constituyen una medida de la estabilidad del producto, bajo las condiciones de conservación y almacenamiento.

- **Estudios nutricionales y toxicológicos:** El valor nutricional de un alimento depende obviamente de su composición química y está asociado no solo a la cantidad de nutrimentos que posea sino también y sobre todo a la calidad de estos nutrimentos. No basta con conocer la cantidad de proteínas o grasas presentes en un alimento, sino que también es necesario conocer como estos se metabolizan y la incidencia que los mismos tienen en la salud. Auxiliándose de los métodos químicos es posible no solo determinar la cantidad de proteínas o grasas de un alimento sino también la composición de aminoácidos que poseen las proteínas y la proporción de ácidos grasos presentes en los lípidos. Por otra parte, la calidad de un alimento depende también de su inocuidad, es decir de la ausencia de ciertas sustancias que



pueden resultar tóxicas y por tanto dañinas al organismo. Estas sustancias son de naturaleza muy variada y pueden contaminar los alimentos durante los procesos tecnológicos de elaboración o ser parte de una contaminación ambiental del producto (contaminación metálica con los envases o durante el proceso productivo, presencia de aflatoxinas como resultado de una contaminación fúngica, presencia de residuos de plaguicidas, etc.). Otras sustancias tóxicas son componentes naturales en los alimentos (glucósidos cianogénicos, alcaloides, aminas biogénicas, etc.) o se forman como resultado de procesos fermentativos por microorganismos (formación de metanol, alcoholes superiores, etc.). También existen sustancias denominadas aditivos, que se añaden intencionalmente dado que cumplen alguna función en el proceso de elaboración (preservantes, colorantes, saborizantes, etc.) y algunas de ellas poseen efectos tóxicos si se sobrepasan determinados niveles, por lo que su presencia debe ser rigurosamente controlada.

- **Estudios de nuevas fuentes de alimentación no convencionales y productos para regímenes especiales:** La búsqueda de nuevas fuentes de alimentación no convencionales (salvado de arroz, fríjol de soya, etc.), así como la formulación de nuevos productos utilizando estas fuentes es un objetivo esencial de la investigación actual, que requiere la aplicación de numerosos métodos de análisis químico con vistas a caracterizar nutricionalmente estos productos y evaluar su factibilidad en la alimentación humana. Por otra parte, hoy se investigan y producen un conjunto de alimentos dirigidos a grupos de consumidores que reclaman una alimentación especial (deportistas, diabéticos, obesos, personas con trastornos del metabolismo, etc.). Sin el auxilio de la química analítica estos estudios serían imposibles de completar satisfactoriamente. El impacto y alcance de los métodos químicos de análisis en la producción y la investigación es enorme. Los diferentes campos de aplicación en el área de los alimentos, arriba referidos, constituyen tan solo algunos ejemplos de la extraordinaria importancia de la química analítica como herramienta indispensable para el desarrollo de investigaciones que pueden conllevar a nuevos hallazgos y descubrimientos en las ciencias alimentarias.

1.1 DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS METODOS DE ANALISIS

Para poder realizar el análisis químico de los alimentos, hay que auxiliarse de una de las más antiguas e importantes ramas de la química: “la química analítica”, la cual brinda las herramientas necesarias para poder determinar quiénes son las sustancias que están presentes en los alimentos y en qué cantidades ellas se encuentran. Así, la química analítica puede definirse como la rama de la química que se ocupa de la identificación y cuantificación de un componente químico en una sustancia dada. De esta definición se deriva que la química analítica se divide en dos grandes campos de actuación: el análisis cualitativo, cuyo objeto



es identificar cuáles son los componentes que están presentes en una muestra, y el análisis cuantitativo, a través del cual se determina cuánto hay de cada componente en la muestra evaluada. Para complementar cualquiera de estos objetivos (cualitativos o cuantitativos), el procedimiento del cual se vale la química analítica se denomina método analítico. El método analítico puede definirse como el conjunto de operaciones físicas y químicas que permite identificar y/o cuantificar un componente químico, al cual se denomina “analito” en el sistema material que lo contiene, al cual se le denomina “matriz”. Así, por ejemplo, en la determinación de vitamina C en muestras de naranjas de diferentes variedades, las naranjas constituyen la “matriz” en la cual se desea determinar el “analito” (vitamina C). Atendiendo a las características del procedimiento analítico y del principio general en el cual se fundamenta la determinación, los métodos de análisis químico pueden clasificarse en dos grandes grupos: métodos clásicos y métodos instrumentales.

- **Métodos químicos clásicos:** Son los métodos más antiguos e involucran generalmente la aplicación de una reacción química en la que interviene el constituyente que se desea determinar.

- **Métodos instrumentales:** Constituyen un conjunto de procedimientos basados en la medición instrumental de alguna propiedad físico-química del sistema estudiado.

Los métodos cuantitativos de análisis clásico pueden clasificarse en:

- **Métodos de análisis gravimétrico:** Se fundamentan en el hecho de que la determinación del analito se alcanza midiendo directa o indirectamente su masa.

- **Métodos de análisis volumétrico:** Los cuales se basan en la medida exacta del volumen de una solución que contiene suficiente reactivo para reaccionar completamente con el analito.

A pesar de que estos métodos son los más antiguos, debe señalarse que hoy en día conservan su vigencia y específicamente en el campo del análisis de los alimentos poseen una enorme aplicación para la cuantificación de una amplia gama de compuestos de gran importancia nutricional. Muchos de los métodos clásicos sirven, incluso, como punto de comparación para determinar la utilidad de un nuevo método.



1.2 SELECCIÓN DE UN METODO

La selección del método analítico ha sido considerada siempre como una de las etapas de mayor importancia en el esquema de un análisis completo. Para la correcta selección del método adecuado para la realización de un análisis es necesario considerar diferentes aspectos tales como:

- **Características del analito:** En este sentido debemos considerar la naturaleza química y las propiedades fisicoquímicas del componente que se desea cuantificar. No existe ningún método analítico universal, es decir que sea aplicable a la determinación de toda clase de analitos. De hecho, no se utilizan los mismos métodos para la determinación de sustancias orgánicas que para sustancias inorgánicas o para la determinación de sustancias de bajo y alto peso molecular. Sin embargo, no basta con tener en cuenta las características del analito, sino que es también importante tener en cuenta las características de la matriz.

- **Características de la matriz:** Obviamente dentro de las características importantes a considerar está el estado de agregación y la complejidad de la matriz. No es lo mismo realizar un análisis sobre un producto líquido que sobre uno sólido, puesto que la matriz ha de sufrir diferentes tratamientos en función de su estado de agregación. Así mismo, estos tratamientos serán más engorrosos en la medida que la matriz sea más compleja, es decir, posea un mayor número de componentes, puesto que entonces el método seleccionado ha de ser más específico a fin de determinar solo aquella sustancia que interesa (analito) en presencia de un gran número de otras sustancias que coexisten en la matriz. Si, por el contrario, se trata de una matriz con un reducido número de sustancias, resulta más fácil muchas veces la selección del método.

- **Validación del método analítico:** El término validación está directamente relacionado con la palabra calidad. En términos generales validación es el programa mediante el cual se establecen los requisitos óptimos para cumplir el objetivo propuesto. De hecho, pueden ser validados los métodos analíticos, los instrumentos, el personal etc. y en este sentido aumentan cada día más las exigencias a nivel internacional. La validación del método analítico es el proceso que permite establecer qué características del funcionamiento del método analítico son adecuadas para la aplicación que se pretende. En este sentido es importante señalar que para obtener los mejores resultados deben considerarse todas las variables del método, que incluyen la etapa de muestreo, la preparación de la muestra, la detección y evaluación de los datos, es decir se deben considerar todas las etapas del esquema.



El objetivo principal de la validación analítica es el de asegurar que un procedimiento analítico dará resultados reproducibles y confiables que sean adecuados para el propósito previsto.



1.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS

GRASAS Y ACEITES. Para las determinaciones de impurezas, agua y materias volátiles e insaponificable, se debe agitar enérgicamente la muestra para homogenizarla lo mejor posible antes de la toma de muestra para el ensayo. Para el resto del análisis de una sustancia grasa es necesario eliminar las impurezas grandes y el agua que pueda contener, por lo tanto, si la muestra no está completamente limpia, se le deja en reposo durante un tiempo en estufa a 50°C hasta que se clarifique si es líquida y para que funda completamente si es sólida; recién entonces se filtra por papel (manteniendo la Temperatura a 50°C) una o más veces evitando dejar caer el agua que pudiera existir debajo de la grasa. Colocar la muestra en un recipiente con tapa y guardarla en un sitio fresco, protegida de la luz y del aire.

Para todas las determinaciones, antes de realizar la toma de muestra para el ensayo, ésta debe agitarse como medida de precaución. Si es sólida, fundir a una temperatura 10°C por encima del punto de fusión y proceder como se indica en la primera parte.

LECHE, CREMA, LECHE FERMENTADAS Y OTROS PRODUCTOS LIQUIDOS

Antes de tomar porciones para el análisis, llevar la muestra a aproximadamente 20°C y mezclar por trasvase a otro recipiente limpio, repitiendo la operación hasta asegurar una muestra homogénea. Si no han desaparecido los grumos de crema, calentar la muestra en baño de agua hasta casi 38°C, mezclar y luego enfriar a 15-20°C. Para cualquier determinación debe llevarse la muestra a esa temperatura antes de pipetear. Los grandes volúmenes se agitan, procurando que no se incorpore aire al producto.

QUESO. Se elimina la corteza y se toman varias muestras con un sacabocados.

MANTEQUILLA. Se inserta diagonalmente un sacabocado en el bloque de ésta, luego se calienta a 35 °C en un recipiente con tapa rosca y se agita.

FRUTAS HORTALIZAS Y SUS PRODUCTOS. La preparación de las muestras difiere del tipo de análisis que se va a realizar. Si se trabaja únicamente con el jugo de limón o de la naranja para determinar su contenido de vitamina C, por ejemplo, es necesario extraerlo de la fruta. Si se va a analizar una muestra de plátano, es necesario separarlo de la cáscara, molerlo, secarlo, pulverizarlo y envasar la harina obtenida en un frasco hermético, determinando previamente la humedad. En la mayoría de los casos, hay que determinar primero el contenido de agua y proceder luego a los demás análisis. El tipo de análisis que



se debe aplicar a una sustancia vegetal depende, al igual que para otras muestras, de la finalidad de sus resultados.

Para la determinación de agua se requieren cuidados especiales, debido a las pérdidas que sufre el material desde el lugar de la recolección hasta cuando llega al laboratorio. Para evitar los errores consiguientes, es indispensable pesar la muestra en el sitio donde se toma, anotando el peso obtenido y empacarla para su transporte en una bolsa de un material adecuado, por ejemplo, de polietileno. Volverla a pesar al llegar al laboratorio y anotar la pérdida de peso que haya podido sufrir. Desecarla a baja temperatura (40-60°C) en una estufa de aire durante unas seis horas. Pasarla a una bolsa de polietileno y dejarla enfriar. Pesarla y anotar la pérdida de peso, moler la muestra en un molino de martillo, teniendo cuidado que no se produzca recalentamiento y pasarla por un tamiz y volverla a pasar por el mismo. Terminar la determinación de la humedad sobre una cantidad de muestra pulverizada, exactamente pesada, alrededor de 5g, secándola en la estufa a 90-95°C hasta peso constante. Sumar todas las pérdidas de peso obtenidas, relacionándolas a ciento, para obtener el dato de agua en el producto vegetal.

El residuo pulverizado y bien mezclado se reduce por cuarteo, si es el caso, a unos 100 g y se envasa en frascos bocales herméticos, para el análisis próximo y de contenido mineral.

JUGOS DE FRUTAS. En la mayor parte de los casos el tamaño y el método de muestreo no los controla el analista. Lo que éste debe decidir es si ha de usar toda la muestra o una parte de esta, reservando el resto para comprobaciones u otros fines. Habitualmente el inspector o la persona que envía la muestra al laboratorio la divide en dos porciones: una la envía al analista y guarda la otra.

JUGO PROCESADO. Mézclase la muestra por agitación del recipiente a mano y a menos que se indique lo contrario, fíltrese a través de algodón absorbente u otro filtro rápido.

MERMELADAS Y JALEAS. Remover el empaque un tercio del centro del material que se va a analizar, trasladarlo a una licuadora u otro mezclador apropiado y mezclar durante 1 o 2 minutos. Tomar las porciones de análisis en tal forma que se tome una muestra representativa de toda la sustancia, evitando tomar demasiadas semillas o partículas que se hayan separado por flotación.

MIEL DE ABEJAS. Las mieles que presentan cristalización de azúcares (granulación) deben homogenizarse, introduciendo el envase en un baño de agua a 60 °C. Agitar hasta



disolución de los cristales, enfriar y tomar la porción para el análisis. Si no se observa granulación basta agitar con una varilla.

PAN. Cortar una porción de aproximadamente 200 g en rebanadas de 5 mm de espesor, desmenuzar, mezclar y almacenar inmediatamente en una bolsa de plástico o en un frasco de vidrio bien tapado.

HARINAS. La muestra que va a utilizar para análisis debe ser representativa del lote, para que los resultados obtenidos tengan validez. Con este fin tomar porciones de las partes periféricas y centrales de los sacos, mezclar bien y hacer un cuarteo para reducir la muestra a unos 200 g. Guardar en frasco seco y bien tapado.

PASTAS ALIMENTICIAS. Se utilizará para estos ensayos la muestra tal cual se presenta en el mercado. Observar su apariencia y anotar si se ve partida o entera. Triturar mediante un mortero o molino, aproximadamente 100g de muestra y almacenar la harina obtenida en un frasco seco y bien tapado.

PRODUCTOS CARNICOS PROCESADOS. El tamaño de la muestra a analizar debe determinarse de acuerdo con el tamaño del lote y del peso en gramos de la unidad del mismo aplicando métodos estadísticos. A la muestra para análisis se le retiran las envolturas artificiales si las tiene, tanto la exterior como la interior. Se utiliza una muestra representativa de por lo menos 200 g. La muestra se homogeniza pasándola cuantas veces sea necesario por el picador de carne (tamaño de laboratorio) y mezclándola. Se guarda en un recipiente hermético y cerrado en el refrigerador, el cual debe estar a una temperatura entre 0 y 5°C. La muestra se analiza lo antes posible, pero en todos los casos dentro de las 24 horas siguientes.

VINOS. Si la muestra se toma en la fábrica, es necesario mezclar bien el líquido en el recipiente (toneles de muchos hectolitros) y extraerlo con ayuda de un sifón a alturas diferentes, uniendo después las porciones tomadas y homogenizando bien la muestra final, que puede ser 750mL a 1L y envasándola en un recipiente hermético. Las recomendaciones anteriores son necesarias, pues en el tonel se forman estratificaciones que pueden variar de peso específico y de graduación alcohólica: si se desea obtener una muestra única del producto repartido en diversos recipientes, se toman muestras separadas de cada uno siguiendo las instrucciones anteriores y cuidando que sean proporcionales a los respectivos contenidos; luego se mezclan bien. La muestra final para el análisis debe ser, por lo menos, de 750 mL (1 botella).



CERVEZA. Pasar 500mL de la muestra a un Erlenmeyer de 1 dm³ y dejar en baño de agua a 20 °C. Descarbonatar por agitación suave al principio y vigorosa después, hasta que no se observe desprendimiento de gas. Si es necesario filtrar para retirar las materias en suspensión y la espuma, cubrir el embudo con un vidrio de reloj para reducir las pérdidas por evaporación.

BEBIDAS Y CONCENTRADOS NO ALCOHOLICOS. Si la bebida es carbonatada se enfría antes de abrir; se transvasa repetidamente entre dos vasos de precipitados para expulsar el CO₂ antes de proceder al análisis. Si lo que ha de examinarse es una bebida en polvo, se pesa la muestra deshidratada y se diluye luego de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta para producir la bebida acabada. Los resultados se expresan sobre producto seco o sobre bebida acabada, según las circunstancias.

1.4 TOMA Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Con el fin de evitar que se produzcan errores ajenos a la eficacia y exactitud del analista, hay que seguir los procedimientos correctos en la toma de muestras. Con frecuencia esto escapa al control del químico, pero los procedimientos en cuestión pueden aplicarse una vez que se recibe la muestra bruta en el laboratorio. La muestra debe ser lo más representativa del lote que se va a analizar y la porción que se pesa para efectuar las diferentes determinaciones debe ser una fracción exacta del producto total. En análisis bromatológico, los resultados analíticos pueden variar entre límites más amplios comparados con los demás casos de análisis cuantitativos (análisis de medicamentos, análisis industriales diversos, etc.), esto es debido a la enorme variación existente en la composición de las diferentes partes constitutivas de una muestra de alimentos:

- Las frutas y vegetales varían su contenido de azúcares, ácidos y agua, dependiendo de la cantidad de luz durante el periodo de crecimiento, del suelo, del clima, del grado de maduración y de las condiciones de almacenamiento y su duración.
- Las carnes varían en su composición especialmente en el contenido de grasa; cuantitativamente ellas tienen la misma composición, variando principalmente según la edad del animal (tratándose de una misma especie).
- Algunos nutrientes de los alimentos varían más que otros: el contenido de carbohidratos, grasas y proteínas de los alimentos vegetales es más constante que el de los alimentos minerales.



Además de las variaciones anotadas debidas a la naturaleza misma del alimento, hay que tener en cuenta las resultantes de su preparación, cuando se trata de alimentos elaborados:

- Varios azúcares pueden introducirse en los alimentos enlatados, en los alimentos endulzados o bien como preservativo de las frutas (frutas en su jugo o cristalizadas).

- La sal se agrega en cantidades variables en la preparación de encurtidos a los alimentos enlatados, etc.

Fuera de lo anotado en cuanto a la variación de las sustancias constituyentes del alimento, hay que tener en cuenta, la anatomía y fisiología de las diferentes partes del alimento vegetal o animal, algunos constituyentes pueden localizarse en un área especial del vegetal:

- Los aceites esenciales de los cítricos se localizan especialmente en las células situadas en la capa amarilla.

- Los pigmentos de las antocianinas de ciertas uvas se localizan en las células del epitelio. Es decir, para que una muestra resulte representativa es necesario conocer la estructura y la composición del alimento que se analiza.

En resumen, los errores que más se cometen al tomar la muestra son:

- Descuido o negligencia en la selección de las porciones escogidas al azar para que estas sean representativas de toda la sustancia. Esto se debe principalmente a negligencia del analista y se considera un error de operación.

- Cambio en la composición de la sustancia durante el período en que se debe tomar la muestra, pérdida o absorción de humedad, pérdida de constituyentes volátiles, descomposición debido a la acción enzimática.

- Dificultad para obtener una muestra representativa debido a la imposibilidad para controlar la variación de la muestra: separación de cristales de azúcar en las melazas y jarabes concentrados, la separación de crémor tártaro en el jugo de uvas, etc.

La preparación de una muestra para análisis significa una disminución cuantitativa de ella, la reducción en el tamaño de la partícula, así como también el proceso de mezclado de las diferentes partes que constituyen la muestra con el fin de obtener una sustancia homogénea.



A continuación, se describe la forma de preparar las muestras en alimentos con diferente consistencia:

- **Alimentos húmedos:** Como es el caso de los productos cárnicos y de pescado, se pican en una batidora mecánica y después se mezclan en un mortero. Este proceso es conveniente repetirlo al menos durante dos ocasiones antes de pasar la mezcla a un recipiente cerrado que debe conservarse refrigerado.

- **Alimentos líquidos:** Se pueden homogenizar fácilmente por medio de la agitación, empleando una licuadora a fin de tener una muestra lo más representativa posible.

- **Alimentos secos:** Se deben pasar a través de un molino ajustable, manual o mecánico, y después mezclarlo en un mortero. En algunas ocasiones es conveniente pasar la harina macerada a través de un tamiz de tamaño de malla adecuado.

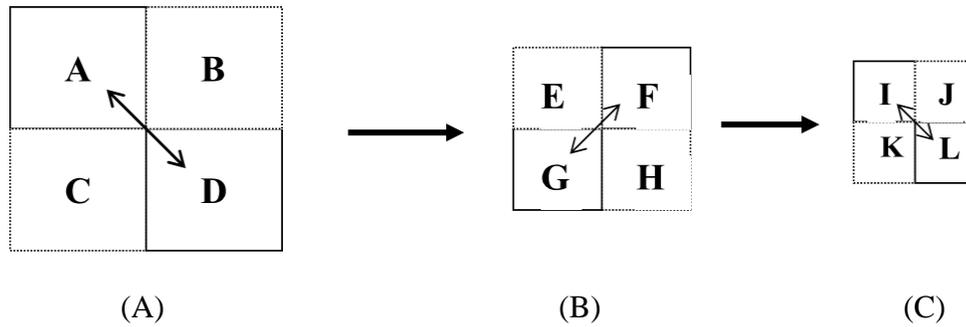
- **Alimentos Duros:** Como por ejemplo el chocolate, tienen que rallarse.

- **Alimentos embebidos en líquidos:** En particular los que contienen frutas y vegetales en trozos, se separan del líquido y se tratan en una licuadora de alta velocidad. Aparte se puede analizar el líquido en el que estaban embebidos.

- **Alimentos en estado coloidal:** Especialmente los que contienen frutas y vegetales, se homogenizan mejor con una batidora de alta velocidad teniendo precaución de que el batido no vaya a originar separación de la grasa como en las cremas de ensalada o las cremas de sopa.

- **Las emulsiones grasas:** Como la mantequilla o la margarina se calientan a 35 °C en un recipiente con tapa de rosca y se agitan. Los aceites que no estén claros se deben calentar ligeramente (a veces la estearina se separa al enfriar). Por otra parte, la muestra caliente se filtra. Las grasas se filtran después de fundirlas, los antioxidantes presentes se pueden perder si se filtra la muestra a temperatura demasiado alta.

- **Las muestras a granel de materiales granulares o pulverulentos:** Se realiza por cuarteo, según el siguiente procedimiento: Se depositan los gránulos o polvo sobre una gran hoja de papel y se mezcla con una espátula. Se traza una cruz sobre el montón de material apilado y luego se eliminan dos de los segmentos opuestos y se vuelven a introducir en el paquete original. Se continúa este procedimiento hasta que quede una muestra de unos 250 gramos que se transfiere a un frasco de muestras y se tapa herméticamente.



Preparación de muestras por cuarteo. La muestra pulverizada se extiende formando un cuadrado que se divide en otros 4 cuadros. Los cuartos B y C se rechazan, los cuartos A y D se mezclan para dar (B). En las figuras (B) y (C), los cuartos E, H, J y K serán rechazados; I y L serán la muestra para analizar.



1.5 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Si una vez que la muestra ha sido preparada adecuadamente, no es posible realizar el análisis en el mismo día, es preciso evitar los cambios en su composición, para ello es necesario conservarla adecuadamente. Existen tres clases de cambios en los alimentos con el transcurso del tiempo:

1. Evaporación o absorción de humedad, evaporación de otros constituyentes volátiles, oxidación debida al aire.
2. Cambios en la composición de las muestras debido a la acción de las enzimas hidrolíticas.
3. Cambios debido a la acción de los microorganismos.

La evaporación se evita guardando las muestras preparadas en recipientes de vidrio provistos de tapón esmerilado; los cambios producidos por la acción de las enzimas son tan rápidos, que la determinación de ciertos nutrientes en especial de azúcares reductores en presencia de sacarosa y de invertasa es necesario efectuarla inmediatamente después de procesada la muestra. De no ser así, se debe introducir la muestra en alcohol caliente para almacenarla a una temperatura inferior a 0 °C. Se ha encontrado, que la acción enzimática no puede evitarse completamente por congelación de los vegetales, incluso las bajas temperaturas tienen como consecuencia rompimiento de tejido vegetal ya que los cristales de agua congelada actúan como finas navajas que pueden producir daño celular. Es aconsejable entonces hacer un calentamiento previo (80 °C por 1 min.) de la muestra antes de la congelación.

La acción de los microorganismos depende de la cantidad y calidad de los nutrientes presentes en el alimento, de la cantidad de agua y del pH (presencia de ácido tartárico, ácido acético, ácido benzoico) del medio. Por esta razón para conservar la muestra adecuadamente, existen métodos químicos (utilización de preservativos) y métodos físicos (bajas temperaturas, desecación). Los preservativos químicos para emplear dependen de la naturaleza del análisis que se va a efectuar, los más empleados son: salicilato de sodio, benzoato de sodio, ambos en la proporción de 0,1% completamente disueltos y mezclados con las muestras; el acetato de plomo y el formol, en leche, semillas oleaginosas y frutas. Las soluciones azucaradas pueden conservarse durante un tiempo relativamente corto, agregándoles tolueno o timol los cuales no interfieren en la determinación analítica de los azúcares. Para las muestras se utilizan frascos de vidrio o de polietileno, bien limpios y secos, prestando especial atención a la tapadera por el agua que se puede quedar retenida en el enroscado. Se conservan si es posible en envases esterilizados, cerrados herméticamente a una temperatura de 4 °C.



La muestra se debe etiquetar de una forma clara y garantizando que la información que tiene la etiqueta no se pierda. La rotulación debe contener al menos los siguientes datos:

- Producto en elaboración
- Fecha
- Hora en que se toma la muestra
- Aspecto externo al momento del muestreo
- Mencionar el tratamiento del producto recibido (Ej. una esterilización a 121 °C durante 20 °C).

Las muestras deben analizarse lo más rápidamente posible, para evitar alteraciones. En el laboratorio se realizan primero los análisis físicos y luego los análisis químicos. Cuando se realizan análisis a productos terminados se deben seguir los siguientes pasos:

1. Inspeccionar detalladamente el producto, su envase o empaque, rotulado, etc. (Esta etapa es fundamental cuando se buscan adulteraciones o alteraciones del producto).
2. Recolectar toda la información pertinente sobre el producto y en el reporte de laboratorio se debe declarar esta información:

- a. Nombre del producto.
- b. Fabricante o productor.
- c. Dirección de la fábrica.
- d. Registro sanitario.
- e. Número del lote.
- f. Fecha de fabricación y fecha de vencimiento.
- h. Otras observaciones que aparezcan en la etiqueta del producto.

1.6 ANALISIS PROXIMAL

El análisis proximal es un análisis de tipo preliminar en el cual no se pretende determinar en detalle la complicada composición de los alimentos de forma completa, ya que esto caería dentro del campo más especializado de la bromatología. Ordinariamente este análisis se refiere a unas pocas determinaciones convencionales afines, las cuales sirven para calificar su valor como una primera aproximación, desde el punto de vista nutricional, constituyéndose de esta manera en una técnica In Vitro que evalúa el valor nutritivo potencial de una determinada dieta o alimento. Las determinaciones que se realizan en un análisis próximo implican una metodología que ha resultado ser muy útil para programas de selección de alimentos básicos en investigaciones agrícolas y en actividades relacionadas con los



efectos de conservación y procesamiento, mejoramiento de la calidad proteínica, desarrollo de alimentos de alto valor nutritivo y, entre otros más, para propósitos de control de calidad.

Las pruebas básicas del análisis próximo son:

1. Humedad
 2. Cenizas
 3. Determinación de proteína
 4. Determinación de Grasa
 5. Determinación de fibra bruta.
 6. Carbohidratos
 7. pH
 8. Índice de refracción
 9. Acidez
- Entre otros



1.7 TÉCNICAS DE LABORATORIO

USO DE DESECADORES

Siempre que se saque una cápsula de una estufa caliente, aquella se colocará en un desecador para que se enfríe. Los análisis deberán seguir este procedimiento. El Cloruro de Calcio fundido, granular, con un tamaño de partícula que oscila entre cuatro y ocho mallas es una de las sustancias desecantes que más se emplean. Sin embargo, no es una sustancia muy eficaz. El ácido sulfúrico concentrado es mejor deshidratante, pero es un peligro constante de que se produzcan salpicaduras. El mejor desecante es la sílica gel, este indica cuando debe ser regenerado. Los desecantes más poderosos son el perclorato magnésico y el pentóxido de fósforo. Ambos son caros y además su manipulación es delicada.

Una vez que la cápsula caliente se coloca en el desecador hay que dejar transcurrir varios segundos para permitir que escape el aire caliente. Si el aire caliente quedase retenido en el desecador, la tapadera se levantaría y la corriente producida podría determinar pérdidas de sustancias.

Al sacar la cápsula del desecador es preciso tener mucho cuidado al quitar la tapa para que el vacío desaparezca de manera gradual, en caso contrario el aire entra bruscamente y en caso de que se tengan cenizas poco pesada, pueden producirse pérdida de materia.

El borde de la tapadera y el del desecador tienen que lubricarse frecuentemente con grasa de silicona para facilitar la apertura.

PESADAS

Debe hacerse utilizando un recipiente pequeño y de peso conocido previamente para realizar una pesada con la mayor exactitud posible.

- 1) Pesar exactamente el recipiente.
- 2) Añadir aproximadamente el peso especificado de la muestra.
- 3) Pesar con exactitud
- 4) Limpiar las balanzas después de utilizarlas

SOLUCIONES ESTÁNDAR E INDICADORES

Todas las soluciones estándar tienen que ser valoradas frente a soluciones de normalidad conocida. Es preferible multiplicar los resultados de las titulaciones por factores de solución que adiciones continuas de producto o de agua para ajustar la



solución madre al valor estándar. Los factores de solución pueden calcularse de la sig. Forma.

$$\text{Factor: } \frac{\text{mL de solución estandar gastada en la neutralización}}{\text{mL tomados de la solución problema}} \times 1000$$

Es recomendable realizar las titulaciones sobre un azulejo blanco o sobre una placa de color blanco para facilitar la observación del cambio de color.

1.8 MÉTODOS GENERALES DE ANÁLISIS

1.8.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.

Duración 6h.

Objetivo. Determinar la cantidad de agua presente en la muestra.

Método de la estufa de aire

Fundamento: Este método se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa, refiriendo su peso al peso total de la muestra expresada como porcentaje.

El agua es el único ingrediente de los alimentos que está prácticamente presente en todos ellos y su cantidad, estado físico y dispersión en los alimentos afectan su aspecto, olor y textura. Las reacciones químicas y las interacciones físicas del agua y sus posibles impurezas con otros componentes de los alimentos determinan frecuentemente alteraciones importantes durante su elaboración. Los alimentos en general pueden considerarse integrados por dos fracciones primarias: su materia seca y cierta cantidad de agua o humedad; esta agua no está solamente adherida a la superficie de los alimentos, sino que también se encuentra íntimamente asociada como tal a ellos y por tanto incorporada a su naturaleza y composición química. Es obvio que el hidrógeno y el oxígeno constitutivos de esta agua deben ser considerados como parte de la composición elemental de la masa y materia de los alimentos, en consecuencia, si se lograra extraer esta agua presente en los productos alimenticios, se puede así demostrar y precisar la contribución real de estos dos elementos y del agua que ellos forman a la composición elemental y a la composición molecular de un alimento dado. El contenido de agua en los alimentos guarda estrecha relación con el contenido de humedad en el aire que los rodea. Esta relación reviste gran importancia en la conservación de los materiales alimenticios y por tanto en la protección de su calidad.

MATERIAL Y EQUIPO

Pesafiltros o crisoles de porcelana

Desecador

Balanza Analítica

Pinzas para crisol

Estufa

TÉCNICA

1. Pesar en un pesafiltro o crisol previamente tarado de 1 a 1.5 g de muestra bien mezclada.



2. Colocar el pesafiltro o crisol con la muestra en la estufa y mantener la temperatura a 105°C durante 4 horas. El tiempo inicia cuando se tiene la temperatura deseada.
3. Después del tiempo requerido, transferir el pesafiltro al desecador y esperar a que alcance la temperatura ambiente (aproximadamente 20 minutos).
4. Pesar en balanza analítica
5. Volver a colocar la muestra en la estufa nuevamente por 30 minutos.
6. Sacar de la estufa, enfriar y pesar.
7. Continuar la desecación hasta peso constante.

CÁLCULOS

Determinar el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(M1 - M2) \times 100}{M}$$

M1 = Peso del crisol más muestra húmeda

M2 = Peso del crisol más muestra seca.

M = Peso de la muestra

GUARDAR LA MUESTRA EN EL DESECADOR PARA LA DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETHEREO O GRASA BRUTA

CUESIONARIO

- a) ¿Cuál es la importancia del contenido de humedad y la actividad acuosa en los alimentos?
- b) ¿Qué influencia tiene el agua en las reacciones que ocurren en los alimentos desde el punto de vista deteriorativo y cuál es su relación con la estabilidad y la calidad de los alimentos?
- c) ¿Qué otros métodos existen para la determinación de humedad en alimentos y en qué casos deben utilizarse?
- d) Investigar en que consiste un análisis bromatológico.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.



- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

1.8.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

Duración 6h.

OBJETIVO

- Determinar el residuo inorgánico de una muestra alimenticia de origen animal o vegetal, utilizando la técnica de calcinación directa a 550°C.
- Determinar el contenido de cenizas en la muestra, con la finalidad de cuantificar minerales presentes en ella, ya que estos contribuyen en la alimentación humana.

Método de calcinación directa

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. La incineración para destruir toda la materia orgánica cambia su naturaleza; las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros y algunos elementos, como el azufre y los halógenos, pueden no ser completamente retenidos en las cenizas perdiéndose por volatilización. Debido a esto, la naturaleza y calidad de las variadas combinaciones minerales que se encuentran en los alimentos son difíciles de determinar, aun cuando el resultado de la incineración del material permite una orientación sobre su cantidad aproximada. En general, las cenizas se componen de carbonatos originados de la materia orgánica y no propiamente de la muestra; en las cenizas vegetales predominan los derivados del potasio y en las o animales los del sodio. El carbonato potásico se volatiliza apreciablemente a 700°C y se pierde casi por completo a 900°C, el carbonato sódico permanece inalterado a 700°C, pero sufre pérdidas considerables a 900°C. Los fosfatos y carbonatos reaccionan además entre sí. La determinación debe hacerse aumentando progresivamente la temperatura del horno, hasta alcanzar el rojo oscuro ($\pm 550^{\circ}\text{C}$). No se debe dejar pasar de esta temperatura pues se podrían descomponer los carbonatos presentes y se volatilizarían otras sustancias como los compuestos de fósforo produciendo resultados erróneos. Otra forma de destruir la materia orgánica es por oxidación húmeda, con ácido nítrico o sulfúrico concentrado. Posteriormente, el residuo de cenizas puede utilizarse para el análisis del contenido de algunos elementos que, ahora en forma predominantemente mineral, ofrecerán características físicas y químicas que harán posible su identificación y determinación mediante reacciones o pruebas rápidas y completas, con mayor facilidad, exactitud y certeza.



MATERIAL Y EQUIPO

Crisol de porcelana
Desecador
Mufla
Mechero
Pinzas para crisol
Estufa
Balanza analítica

TÉCNICA

1. Pesar de 0.5 a 1.5g de muestra (húmeda o seca) en un crisol de peso conocido.
2. Carbonizar el contenido del crisol lentamente con el mechero para evitar pérdidas.
3. Cuando cese el desprendimiento de humo, llevar el crisol a la mufla a 550°C.
4. Incinerar durante una hora, o bien hasta que las cenizas aparezcan blancas o grises.
5. Enfriar en desecador a temperatura ambiente y pesar.
6. Si no se logra obtener el color blanco o gris de las cenizas, dejar enfriar, agregar unas gotas de agua destilada, secar nuevamente en el mechero y volver a calcinar.

CÁLCULOS

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(W1 - W2) \times 100}{W}$$

W1 = Peso del crisol más la muestra calcinada

W2 = Peso del crisol solo

W = Peso de la muestra

NOTA. En ocasiones, de acuerdo con el tipo de muestra se requieren aproximadamente 5 horas.

“Se debe tener cuidado para evitar la pérdida de cenizas ligeras; para esto se deben mantener el crisol tapado incluso dentro del desecador”.

Dejar secar el crisol tapado en la mufla o en el aire hasta cerca de 60°C y luego llevarlo a temperatura ambiente dentro del desecador.

Pesar el crisol con las cenizas y la tapa.

Con los resultados obtenidos, calcular en bases húmeda y seca el porcentaje de cenizas.



CUESTIONARIO

- a) ¿Qué elementos con significado en la alimentación animal y human, podrían ser determinados en las cenizas de los productos alimenticios?
- b) ¿Cuál es el papel de los elementos químicos en los alimentos?
- c) ¿Qué indica un alto contenido de cenizas?

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

1.8.3 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS

DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES Y NO REDUCTORES.

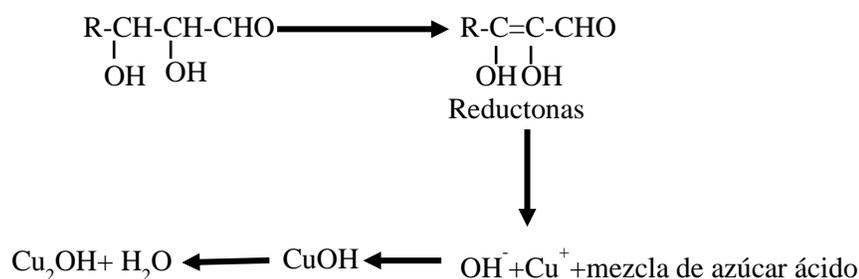
Duración 6h.

a) Método volumétrico de Lane- Eynon

FUNDAMENTO. Todos los monosacáridos y disacáridos a excepción de la sacarosa, que poseen un grupo carbonilo libre reducen la solución de Fehling – Soxhlet, ésta es una solución alcalina de sulfato de cobre en tampón de tartrato sódico-potásico, el ion cúprico es reducido para formar óxido cuproso rojo.

Todo esto ocurre porque el grupo carbonilo libre se transforma por calentamiento en una solución alcalina, en enediones, éstos son potentes reductores que pueden reducir iones como Ag^+ , Hg^+ , Cu^{+4} , $\text{Fe}(\text{CN})_3^{-6}$ que a su vez oxidan a los azúcares en azúcares ácidos complejos.

El punto final de la reacción se determina empleando el indicador azul de metileno que será reducido a blanco de metilo por un exceso de azúcar reductor.



El ión bivalente Cu^{++} toma un electrón de la reductona que es por lo tanto oxidado a azúcar ácido, mientras que el ión Cu^+ , reducido se combina con un ión hidroxilo y que al calentar se origina el óxido cuproso que precipita en la solución.

MATERIAL Y EQUIPO

Probeta de 100 mL
Embudos de filtración
Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 y 25 mL
Bureta
Soporte universal
Parrilla eléctrica



Papel filtro
Balanza Analítica
Matraces Erlenmeyer de 250mL
Matraces volumétricos de 100 mL
Pipetas graduadas de 5 mL
Pinzas para bureta
Baño María
Termómetro
Papel pH

REACTIVOS Y SOLUCIONES

Acetato de Zinc
Ferrocianuro de Potasio
Sulfato de cobre pentahidratado
Ácido acético glacial
Tartrato de sodio y potasio
Hidróxido de sodio
Sacarosa grado reactivo
HCl concentrado

- a) Solución alcohólica de fenolftaleína al 1%
- b) Solución de hidróxido de Sodio (NaOH) al 40%
- c) Solución acuosa de azul de metileno al 0.2%
- d) Solución de acetato de zinc. Disolver 21.9g de acetato de zinc y 3 mL de ácido acético glacial en agua y diluir a 100 mL
- e) Solución de ferrocianuro de potasio. Disolver 10.6 g de ferrocianuro de potasio en 100 mL de agua destilada.
- f) Solución A de Fehling. Disolver 34.63 g de sulfato de cobre pentahidratado en agua destilada y diluir a 500 mL, utilizando un matraz volumétrico de 500 mL, filtrar a través de lana de vidrio. Ajustar la solución, determinando el contenido de cobre en una alícuota con tiosulfato de sodio 0.1 N y yoduro de potasio al 20% hasta obtener 440 mg de cobre por cada 25 mL.
- g) Solución B de Fehking. Disolver 173 g de tartrato de sodio y potasio y 50 g de hidróxido de sodio en agua y diluir a 500 mL, dejar reposar 2 días y filtrar a través de lana de vidrio.
- h) Solución patrón de sacarosa. Pesar 9.5 g de sacarosa y disolver en 50 mL de agua agregar 5 mL de HCL concentrado y diluir con agua a 100 mL. Guardar 3 días a 20-25°C ó invertirla por 15 minutos a 67°C en baño María. Diluir a 1L (Esta solución es estable por algunos meses en refrigeración)



- i) Solución diluida de sacarosa, neutralizar una alícuota de 10 mL de solución patrón de sacarosa con NaOH al 40% y diluir a 100 mL con agua. (1 mL igual a 1 mg de sacarosa)

Titulación de la solución A y B de Fehling (reactivo de Soxhlet)

- 1) Medir con pipeta volumétrica 1 mL de la solución A y 1 mL de solución B en un matraz erlenmeyer de 250 mL.
- 2) Agregar 50 mL de agua, unos cuerpos de ebullición y calentar en parrilla a ebullición.
- 3) Agregar poco a poco con una bureta, la solución diluida de sacarosa, hasta la casi reducción total del cobre. Agregar 1 mL de la solución de azul de metileno y continuar titulando hasta la desaparición color azul (mantener continua la emisión de vapor para prevenir la reoxidación del cobre o del indicador).

Si el gasto es menor a 15 mL o mayor a 50 mL de la solución de azúcar invertido, hacer la dilución apropiada para que quede dentro de ese rango. Calcular los mg de sacarosa que se necesitan para titular la solución A-B. Este valor corresponde al factor (f) del reactivo.

$$F = V_1 \times D_1$$

F= factor de Fehling para sacarosa.

V₁= volumen de la solución de sacarosa gastada en la titulación en mL.

D₁= concentración de la solución diluida de sacarosa (1 mg/mL).

PROCEDIMIENTO:

- a) Determinación de azúcares reductores directos:

EXTRACCIÓN

- 1) Pesar de 1 a 2 g de muestra finamente molida en un vaso de precipitado de 50 mL.
- 2) Transferir cuantitativamente con 50 mL de agua caliente a un matraz volumétrico de 100 mL.
- 3) Mezclar y dejar reposar 30 min agitando ocasionalmente,

CLARIFICACIÓN:

- 1) Agregar 4 mL de solución de acetato de zinc, mezclar.
- 2) Agregar 4 mL de solución de ferrocianuro de potasio y mezclar. Diluir a la marca y filtrar.

La clarificación se realiza en muestras coloridas.



b) TITULACIÓN

Colocar el filtrado en la bureta y proceder como en la titulación de la solución A y B de Fehling; donde el filtrado obtenido se usa en lugar de la solución patrón de sacarosa, además usar sólo 1 mL de cada una de las soluciones de Fehling.

Determinación de Azúcares reductores totales:

- 1) Tomar 50 mL del filtrado de la técnica anterior (paso 5) y pasar a un matraz volumétrico de 100 mL.
- 2) Agregar 10 mL de agua, 5 mL de ácido clorhídrico concentrado y mezclar.
- 3) Colocar el matras en BM a 70°C y mantener por un periodo de 15 min contados a partir en que la temperatura de la solución del matraz alcance 96°C aproximadamente.
- 4) Enfriar inmediatamente y neutralizar con solución de NaOH al 40%. Aforar con agua.
- 5) Colocar la solución en la bureta y proceder como en la titulación de la solución A y B de Fehling, usando 1 mL de cada una de las soluciones de Fehling.

Cálculos:

$$\% \text{ de Reductores Directos} = \frac{100 \times 100 \times F}{V \times M}$$

$$\% \text{ de Reductores Totales} = \frac{100 \times 100 \times 100 \times F}{V \times a \times M}$$

F= Factor de Fehling

V= mL gastados de la muestra

M= Peso de la muestra en mg

a= alícuota (50 mL)

0.95 = Factor para convertir el azúcar invertido en sacarosa.

% de azúcares no reductores = % reductores totales - % reductores directos.

% de sacarosa = (azúcares no reductores) x 0.95



1.8.4 DETERMINACION DE FIBRA Y CARBOHIDRATOS

Duración 6h.

OBJETIVOS

- Determinar la cantidad de fibra y carbohidratos solubles presentes en una muestra alimenticia de origen animal o vegetal.
- Escoger un alimento cuyos resultados se puedan comparar con datos teóricos encontrados en la bibliografía.

INTRODUCCION

Los carbohidratos abarcan un gran número de compuestos que van desde los azúcares simples mono y disacáridos como la glucosa y la sacarosa, hasta los más complejos como el almidón y la celulosa. No es posible determinar el gran grupo de carbohidratos por medio de un procedimiento analítico sencillo puesto que está integrado por numerosas entidades químicas que carecen de una característica analítica común, por lo cual se ha dividido toda esta fracción en dos grandes grupos: una parte insoluble en ácidos y bases a la que se llamó “fibra bruta” y una fracción soluble a la que se denominó “extracto no nitrogenado”. La fibra bruta constituye un índice de las sustancias presentes en los alimentos de origen vegetal cuyo valor alimenticio es igual al del heno. Está constituida fundamentalmente por celulosa, lignina y pentosanas, suberina, cutina, alginatos y pectinas; constituyentes, junto con pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas, de las estructuras celulares de los vegetales. Aunque la fibra no posee un valor nutritivo apreciable, su función en el tracto intestinal es la de aumentar el volumen de las materias nutritivas y estimular el peristaltismo intestinal. La fibra sobre las bases nutritivas se define como las sustancias vegetales insolubles no digeridas por las enzimas diastásicas o proteolíticas, nutritivamente inútiles excepto por fermentación microbiana en el tracto digestivo de los animales. La fibra dietaria es el nombre que se le da a la fracción de la fibra bruta que puede ser útil para los procesos digestivos del tracto humano, en ella se incluyen compuestos tales como el almidón, los polisacáridos no celulósicos, la celulosa, la lignina, la hemicelulosa y sustancias pépticas. En el Extracto No Nitrogenado se agrupan mono y disacáridos, la parte soluble de la celulosa, pentosanas y lignina, las hemicelulosas, el almidón, la inulina y toda clase de azúcares, materias pépticas, ácidos orgánicos y otras materias solubles libres de nitrógeno, constituyendo así la fracción más valiosa del alimento. Los carbohidratos son compuestos con características fuertemente polares, solubles en agua con algunas excepciones (polisacáridos), es por esto por lo que su análisis se realiza generalmente en medio acuoso.



MATERIALES

Material

- 1 matraz balón de 250 mL
- 2 vasos de pp de 250 mL
- 1 condensador para reflujo con sus mangueras
- 1 crisol de porcelana
- 1 equipo para filtración al vacío
- 1 Erlenmeyer de 250 mL
- 1 Erlenmeyer de 600 mL
- 1 espátula
- 1 pinza para crisol
- 1 probeta de 200-250 mL
- 1 tela de dril o lona
- 1 varilla de vidrio
- 1 vidrio reloj

REACTIVOS

- Solución de H_2SO_4 0.255N
- Metanol, etanol (95%) o alcohol Isopropílico
- Solución de NaOH 0.313N

PROCEDIMIENTO

Hasta el momento no hay un método oficial para su determinación. El método más común no ha experimentado variaciones esenciales desde su introducción (1864), se basa en la digestión ácido- alcalina de la muestra bajo condiciones específicas. La finalidad del método es la de eliminar las proteínas, carbohidratos solubles, residuos de grasas, vitaminas y otros compuestos diferentes que interfieren en su determinación; el fundamento del método es asemejar este proceso al que desempeña el organismo en su función digestiva. La muestra deshidratada y exenta de grasa obtenida de la extracción del extracto etéreo, se trata con ácido sulfúrico en ebullición y después con hidróxido sódico en ebullición. El residuo se somete a calcinación a 550°C , la diferencia residuo - cenizas se considera fibra bruta.

El Extracto no nitrogenado se obtiene restando de 100 la suma de los porcentajes de agua, proteína bruta, cenizas, extracto etéreo y fibra bruta. A veces se usa el término “carbohidratos por diferencia” o “carbohidratos totales”, pero en este último se incluye con frecuencia también la fibra bruta.

Es importante tener presente que cualquier error cometido en las determinaciones de grasa, proteína, cenizas, agua y fibra bruta, quedan reflejadas en el valor de las sustancias extractivas no nitrogenadas.



- Transferir cuantitativamente (1-2 g) el residuo obtenido de la determinación de grasa (muestra desengrasada) a un balón de 250 mL.
- Calentar en un Erlenmeyer 100 mL de H_2SO_4 0.255N y cuando este en ebullición verterlo sobre la muestra y dejarlo en reflujo por exactamente 30 minutos (contados a partir de la ebullición), teniendo cuidado de que no haya material fuera de contacto con la solución. Si hay pérdidas de agua, deben reponerse.
- En un Erlenmeyer calentar 250-500 mL de agua destilada.
- Retirar la mezcla del reflujo y filtrarla al vacío a través de una tela ya sea de dril o lona.
- Lavarla con suficiente agua caliente teniendo en cuenta de no perder nada de la muestra, hasta que el agua de lavado salga a un pH neutro (utilizar papel indicador).
- Calentar 100 mL de NaOH 0.313N en un erlenmeyer y una vez empiece a ebulir verterlo sobre la muestra lavada anteriormente y dejar toda la mezcla en reflujo por exactamente 30 minutos, proceder como en la digestión ácida.
- En un erlenmeyer calentar 250-500 mL de agua destilada.
- Retirar la mezcla del reflujo y filtrarla al vacío a través de una tela ya sea de dril o lona como se realizó anteriormente.
- Lavar nuevamente con suficiente agua caliente teniendo en cuenta de no perder nada de la sustancia problema hasta neutralidad de las aguas de lavado.
- Transferir la muestra lavada a un vaso de precipitados de 100 mL que contenga 25 mL de alcohol y filtrarla utilizando la misma tela y lavando con 25 mL de alcohol etílico.
- Transferir el residuo a un crisol (si es necesario lavar la tela con unas gotas de agua caliente, o reservando los lavados en el mismo vaso) y dejar en la estufa a una temperatura de 100-110°C hasta obtener un peso constante (anotarlo).
- Una vez obtenido el peso constante trasladar el crisol a la mufla y dejarlo por espacio de 20 minutos a 550°C en la mufla.
- Colocar el crisol en el desecador, dejarlo enfriar a temperatura ambiente y pesar. La pérdida de peso en la calcinación se considera como la fibra cruda de la muestra pesada antes de extraer la humedad.
- Con los resultados obtenidos, calcule el porcentaje de fibra cruda en base seca y húmeda.
- Calcule el porcentaje de extracto no nitrogenado en base húmeda. Con los resultados obtenidos en el análisis próximo, elaborar una discusión de resultados integrada para el alimento analizado.

CUESTIONARIO

- a) ¿Qué reacciones están involucradas en las digestiones ácida y básica de la muestra?
- b) ¿Porque la denominada fibra bruta, es indigerible por el hombre?
- c) ¿Como puede calcularse la fibra dietaria total?



BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

1.8.5 DETERMINACIÓN DE GRASA

Duración 3h.

OBJETIVOS

- Determinar gravimétricamente el contenido graso de una muestra alimenticia de origen animal o vegetal.
- Escoger un alimento cuyos resultados se puedan comparar con datos teóricos encontrados en la bibliografía.

INTRODUCCIÓN

El término extracto etéreo se refiere a las sustancias extraídas con éter etílico que incluyen el grupo de nutrientes llamados grasa bruta o lípidos y son todos los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, vitaminas liposolubles, los carotenoides, la clorofila y otros pigmentos. En el proceso de digestión estas sustancias son transformadas en sustancias semejantes, pero características del organismo que las ingiere, por eso se consideran precursores dietéticos; la grasa es un componente necesario de los tejidos vivos y es esencial en la nutrición humana. Debido a que puede almacenarse y movilizarse, es el principal material de reserva corporal, son la fuente más concentrada de energía en la dieta, dando aproximadamente 9.3 calorías por gramo; su ingesta equilibrada es también esencial para asegurar el aporte dietético de ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles A, D y E.

Las grasas se clasifican con las proteínas y carbohidratos, como sustancias alimenticias fundamentales y se consumen en gran cantidad, actúan como lubricantes, plastificantes y buenos conductores del calor, comunicando sabores y texturas especiales a los alimentos que se cuecen con ellas.

Los lípidos son compuestos insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos tales como el éter, acetona, alcohol, cloroformo o benceno, generalmente se encuentran distribuidos ampliamente en la naturaleza como ésteres de ácidos grasos de cadena larga. Es decir, que una propiedad suya predominante radica en su escasa o nula solubilidad en compuestos típicamente polares, con el agua en primer término, frente a una alta solubilidad en líquidos caracterizados por su pobre polaridad y su significativa capacidad para establecer enlaces hidrófobos.

En consecuencia, esta clase de comportamiento tendrá que incidir de modo directo sobre la forma de extraerlos, manipularlos, procesarlos, acondicionarlos, conservarlos y utilizarlos en los alimentos y en la industria alimentaria.



MATERIALES

Algodón

- 1 Balón de 250 mL y tapón
- 1 Beaker de 100 mL
- 1 Cartucho de extracción o papel filtro
- 1 Equipo de destilación fraccionada
- 1 Equipo de extracción Soxhlet
- 1 Erlenmeyer de 250 ml
- 1 Espátula

REACTIVOS

- n-Hexano
- Solución de NaOH al 10%

PROCEDIMIENTO

Dada la insolubilidad de las sustancias grasas en el agua y su inmiscibilidad con ella, la extracción de la grasa a partir de las materias primas que la contienen se debe llevar a cabo justamente prescindiendo de la intervención del agua. La grasa se extraerá basándose en su miscibilidad en disolventes orgánicos, que, a su turno, son insolubles en agua e inmiscibles con ella. La extracción de una muestra previamente deshidratada en estufa se hace en un equipo Soxhlet con n-Hexano. Posteriormente, se elimina el disolvente y se determina gravimétricamente el extracto seco que representa los lípidos de la muestra.

El balón de extracción junto con las perlas de ebullición debe lavarse con la solución de soda al 10%, enjuagarlo bien con agua destilada, luego con éter, secarlo en la estufa por 30 minutos a 100° C y enfriarlo en un desecador. - El equipo Soxhlet, el cartucho de extracción y el algodón deben lavarse previamente con n- Hexano.

- Pesar exactamente el balón con las perlas de ebullición.
- En un papel filtro pesar de 2.0 a 5.0 g de la muestra previamente secada en la estufa (utilizar la muestra secada en la determinación de humedad), y colocar todo el conjunto dentro del cartucho y luego en la cámara de extracción del Soxhlet.
- Conectar el balón al aparato de extracción según la Figura y agregar suficiente cantidad de n- Hexano para llenar dos veces y media la cámara de extracción. Extraer la muestra durante 3 horas con un reflujo de 5 o 6 gotas por segundo.
- Recuperar el n-Hexano mediante destilación y luego desecar el residuo en una estufa o de aire a 100 C durante 30 minutos.
- Enfriar en un desecador hasta temperatura ambiente y pesar. - Con los resultados obtenidos, calcular el porcentaje de grasa.



LA MUESTRA DESENGRASADA DEBE GUARDARSE PARA LA DETERMINACION DE FIBRA CRUDA

CUESTIONARIO

- a. ¿Qué otros tipos de extractores pueden usarse para determinaciones de grasa? ¿Cuál es la diferencia entre ellos?
- b. ¿Cómo podemos clasificar los lípidos?
- c. ¿Cuál es el papel de los lípidos en los alimentos?
- d. ¿Qué sucedería si la extracción de grasa se realiza con la muestra húmeda?

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

1.8.6 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Duración 6h

OBJETIVOS

- Determinar cuantitativamente el contenido de nitrógeno por el método Kjeldahl, en una muestra alimenticia de origen animal o vegetal.
- Escoger un alimento cuyos resultados se puedan comparar con datos teóricos encontrados en la bibliografía.

INTRODUCCION

El término proteína se aplica a gran número de compuestos nitrogenados, clasificados como alimentos plásticos. Estructuralmente, son polímeros cuyas unidades básicas son amino o aminoácidos, unidos por un enlace característico que recibe el nombre de enlace peptídico. La secuencia de grupos aminoácidos caracteriza a una proteína y las propiedades físicas, químicas y nutricionales dependen de la composición en aminoácidos de la molécula proteica y de la forma como se enlazan para conformar su estructura. En el trabajo de rutina se determina más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales y puesto que el nitrógeno representa en la mayoría de las sustancias proteicas un porcentaje relativamente constante, alrededor del 16%, su determinación sirve como una medida del contenido proteico en los alimentos.

MATERIALES

- 1 balón Kjeldahl de 250 mL
- 1 balón Kjeldahl de 250 mL.
- 1 Beaker de 100 mL
- 1 Bureta de 25 mL
- 1 Destilador Kjeldahl
- 2 Erlenmeyer de 125 mL.
- 1 Espátula
- 1 Mechero
- 1 Pipeta de 10 mL
- 1 Probeta de 50 mL
- 1 Vidrio reloj

REACTIVOS

H₂SO₄ concentrado



Indicador Tashiro
HCl 0.1 N estandarizado
Acido Bórico al 4%

En la práctica se emplean tabletas catalizadoras Kjeldahl según Wieninger con selenio. Se utiliza un cuarto de pastilla por muestra.

PROCEDIMIENTO

El contenido en nitrógeno que se expresa como nitrógeno total o proteína bruta ($N \times 6.25$), se determina casi siempre por combustión líquida en la que se convierte el nitrógeno primero en sulfato amónico y finalmente en amoníaco; el amoníaco formado se destila, se recoge en ácido bórico y se titula con una disolución ácida normalizada. Este método, ideado por J. Kjeldahl en 1883, ha sufrido numerosas modificaciones, no en lo fundamental, sino en lo que se refiere a los catalizadores aplicados para acelerar o hacer más completa la digestión, en general consiste en:

- Oxidación de la muestra con H_2SO_4 y un catalizador, durante la cual la materia orgánica se destruye y el nitrógeno se convierte en sulfato ácido de amonio.

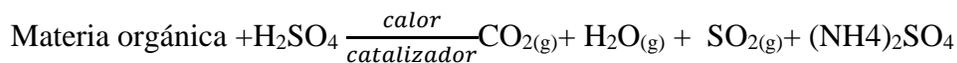
- Descomposición del sulfato ácido de amonio por medio de un exceso de álcali fuerte para liberar el amoníaco, el cual se recoge por destilación sobre ácido bórico.

- Titulación del borato de amonio formado con solución patrón de HCl o de H_2SO_4 , usando como indicadores de punto final una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno o una mezcla de rojo de metilo y verde de bromocresol.

Los fundamentos de cada una de las etapas se describen a continuación:

Digestión: Se emplea ácido sulfúrico concentrado y sulfato de cobre como catalizador, que con ayuda de calor y sulfato de potasio oxidan la materia orgánica hasta CO_2 y agua y transforman todo el nitrógeno amínico (NH_2) e imínico ($NH=NH$) provenientes de proteínas y aminoácidos en ión amonio (NH_4^+).

La reacción general que tiene lugar es la siguiente:



Varios catalizadores han sido empleados, entre ellos: mercurio, cobre y selenio. Cuando la digestión termina, la solución queda transparente, libre de partículas carbonosas. En el caso de haber empleado como catalizador el sulfato de cobre, la solución toma un color azul verdoso.

Destilación:

La muestra digerida se trata con un álcali (NaOH 40% m-V) añadido en exceso, el cual reacciona descomponiendo el sulfato de amonio en amoníaco, que es volátil y se destila por arrastre con vapor.

La reacción que tiene lugar es la siguiente:



El amoníaco destilado se recoge en un erlemeyer con una mezcla de indicadores (bromocresol verde-rojo de metilo) y solución alcohólica de ácido bórico. La reacción que ocurre es:



Valoración:

El borato de amonio formado se valora entonces utilizando como patrón valorante una solución estandarizada de ácido clorhídrico, según:



El punto final de la valoración estará a pH ácido, por la presencia de ácido bórico finalmente formado.

La cantidad de proteína bruta se obtiene multiplicando el porcentaje de nitrógeno total (N) por un factor de conversión (F) y el resultado (NxF) se expresa como proteína: para las proteínas vegetales cuyo contenido en nitrógeno oscila entre 16.4% y el 18% aproximadamente se aplica el factor de conversión 5.7 (Nx5.7) (pudiéndose aplicar otros particulares para cada vegetal); para las proteínas animales que contienen aproximadamente el 16% de nitrógeno se aplica el factor de 6.25 (Nx6.25). Como caso particular, para la caseína de la leche, que contiene el 15.5% el factor utilizado es 6.38 (Nx6.38), para la gelatina 5.55 (Nx5.55).

Este método así como otros, se basa en la medición del amoníaco formado por todo el nitrógeno presente en la muestra (nitrógeno en ácidos nucleicos y sales de amonio, también el nitrógeno ligado de compuestos aromáticos como pirazina, pirrol y oxazol, así como también el nitrógeno orgánico ligado de las vitaminas como la B1, la B2 y la nicotinamida),



por lo tanto el valor obtenido no es el real a no ser que de alguna manera se elimine el nitrógeno no proteico en la preparación de la muestra. No obstante, como por lo general los alimentos solo contienen cantidades traza de compuestos aromáticos nitrogenados y de vitaminas, el error cometido se considera despreciable; además, este método da una apreciación cuantitativa de la proteína presente, mas no orientan sobre la calidad de esta, su riqueza en aminoácidos y capacidad de asimilación, factores que determinan el valor nutricional de la proteína.

- Pesar de 0.2 a 0.8 g de la muestra en un papel filtro o vidrio reloj, se transfiere a un balón de digestión Kjeldahl de 250mL (limpio y perfectamente seco) y se agrega un cuarto de pastilla del catalizador y 9 mL de H_2SO_4 (conc.).
- Se pone el balón en posición inclinada y se calienta suavemente hasta que deje de formar espuma. Digeste hasta que la muestra este completamente clara, libre de materia orgánica; de vez en cuando se debe hacer girar el balón para recoger cualquier material carbonizado adherido a la pared.
- Enfriar a temperatura ambiente y diluir con precaución con agua destilada (aprox. 200 mL).
- Adicionar 100 mL de solución de H_3BO_3 al 4% con unas gotas del indicador Tashiro a un erlenmeyer de 250 mL para recoger el destilado.
- Conectar el balón en el aparato de destilación con el extremo del condensador penetrando en la disolución de ácido bórico contenido en el erlenmeyer (Figura).
- Adicionar cuidadosamente 50 mL de la solución de hidróxido de sodio al 50% (o de solución de hidróxido de sodio y tiosulfato si el catalizador es de mercurio).
- Calentar y recoger el destilado hasta cambio a verde; dejarlo 6 minutos más. La destilación no debe ser muy rápida porque el amoníaco no alcanza a solubilizarse en el ácido bórico produciéndose su escape.
- Retirar el balón y titular el borato de amonio con la solución de HCl 0.1N.

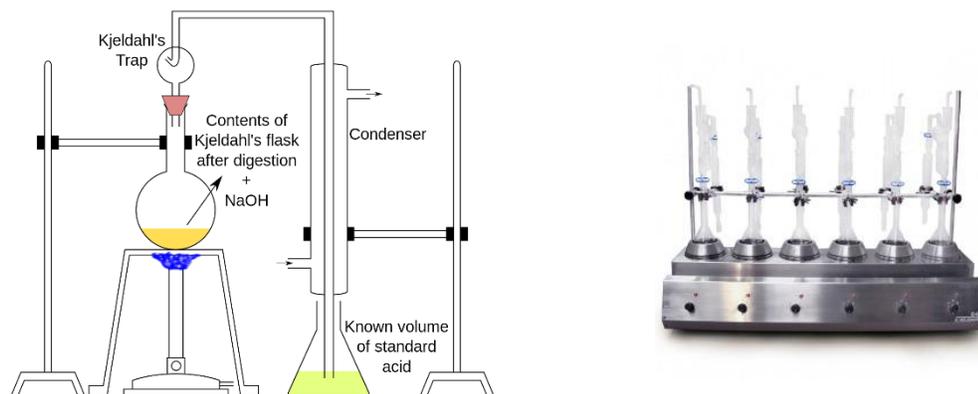


Figura. Equipo de destilación Kjeldahl



Con los resultados obtenidos, calcule el porcentaje de nitrógeno y con el factor apropiado encuentre el porcentaje de proteína.

$$\% N = V \times N \times 14/1000 \times 100/\text{Peso de la muestra.}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% N * F$$

Tipo de alimento	Factor (F)
Vegetales	5.7
Carnes	6.25
Leche	6.38
Gelatina	5.55

CUESTIONARIO

- a. ¿Cuál es la función de cada uno de los reactivos de la mezcla catalítica? b. Investigue que otros procedimientos existen para determinar el nitrógeno en los alimentos y en qué consisten?
- c. ¿Cuál es el papel de las proteínas en los alimentos?

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.



1.8.7 ANALISIS DE GRASAS Y ACEITES

Duración 3h

OBJETIVOS

- Reconocer la importancia de las técnicas fisicoquímicas estandarizadas para el análisis de grasas y aceites alimenticios.
- Investigar, estudiar y comparar las normas y resoluciones que rigen los requisitos que deben cumplir las grasas y aceites alimenticios para el consumo humano y aplicarla a la interpretación de los valores obtenidos experimentalmente.

INTRODUCCIÓN

- Grasas Animales Comestibles:

Las provenientes de los animales vacunos, ovinos, porcinos, caprinos, aves y animales marinos, declaradas aptas para consumo humano por la autoridad sanitaria respectiva. Tales grasas, como las demás empleadas en la alimentación deban estar exentas de suciedad, con una acidez máxima de 0.5%, en ácido oleico y un máximo de 1 % de sustancias extrañas al producto, necesariamente incorporado en el proceso de fusión. Se entenderá por sustancias extrañas: agua, cenizas, e impurezas insolubles. El punto de fusión no excederá a 45°C (método de tubo capilar 0.5% A 30 Ca-125 A.O.C.S.). Queda permitida la adición de sustancias antioxidantes y retardadoras de la rancidez aprobadas por el Ministerio de Salud y en las proporciones admitidas por éste.

- **Margarina:** Toda grasa alimenticia simple o compuesta, que presente la apariencia de mantequilla y que está constituida con materias grasas de origen animal o vegetal o por una mezcla de ambas, con o sin aceites o grasas hidrogenadas, leche entera o descremada, derivados lácteos, fermentos lácteos, vitaminas y colorantes aprobados por el Ministerio de Salud Pública, no tendrá menos de 80% de materia grasa total ni más de 16% de agua y deberá conservarse sólida a una temperatura de 20°C; su punto de fusión final no será superior a 38°C.

Las margarinas que se encuentran en el mercado para consumo directo del público tendrán los siguientes valores físicos y químicos:

Humedad	12-16%
Grasa (extracto etéreo)	80 a85%
Ácidos grasos libres	0.5%



Punto de fusión máximo	38°C
Índice de saponificación de grasa	169-260
Índice de peroxide	2.5 a 3

- **Mantequilla:** Se empleará para designar o denominar la grasa alimenticia obtenida de la crema de leche o de la mezcla de cremas de la leche con leche completa, sometida al batido y amasado con o sin modificación biológica de la crema.

La composición fisicoquímica de las mantequillas que se encuentran en el mercado será la siguiente:

Humedad	No mayor de 16 %
Grasas	No mayores de 825
Índice de saponificación	220 a 235
Índice de acidez	No mayor de 4% como ácido oleico
Punto de fusión	29 a 32 °C
Rancidez 0 Índice de yodo	26 a 38
Índice de Reichert	23 a 32
Índice de Polenske	1.6 a 3.5
Índice de refracción	A 35 °C. 1.4425 a 1.4650
Gravedad específica	0.907 a 0.912

Los lípidos juegan papeles de importancia en el organismo como son:

- Función energética.
- Papel funcional en la estructura de las células a nivel de membranas.
- Fuente de ácidos grasos esenciales.
- Proceso digestivo retardando la producción de jugos gástricos generando así la sensación de saciedad.
- Constituyen una clase de materiales bien definidos, los cuales son solubles en éter y otras solubles orgánicos.
- No son solubles en agua
- Son Producidos por las plantas y todos los animales.
- Es el mayor grupo que aporta energía: 9,3 Kcalorías x gramo. La Proteína aporta: 4 Kcalorías x gramo.
- Son sustancias alimenticias fundamentales.

Además de la alimentación se pueden tener otras aplicaciones:

- a) Como formadores de revestimientos elásticos en la elaboración de pinturas, barnices y tintas.
- b) Como materia prima para la elaboración de jabones.



En la operación de freído, las grasas actúan como transmisores de calor y como lubricantes evitando que los alimentos se peguen a los utensilios, a las altas temperaturas del proceso, reaccionan con las proteínas y con los carbohidratos comunicándoles su característico sabor y aroma a frito. La cantidad de grasa que absorbe un alimento durante el freído depende del alimento y de la composición de la grasa que se utilice y de la temperatura a la cual se realiza la fritura.

Las grasas como la manteca de cerdo, las grasas plásticas, las margarinas y la mantequilla son utilizadas como ingredientes de las masas de productos de panadería. Allí debido a su inmiscibilidad en el agua, forman capas entre las células de gluten evitando que se peguen y además contribuyen a atrapar y retener aire en forma de pequeñas burbujas, dándole su textura tierna y liviana.

No existe diferencia química o nutritiva clara entre aceites y grasas, la mayor parte de estos productos sufren idéntico proceso de refinado antes de entrar en los canales del comercio alimentario (el único aceite vegetal que no se refina antes de su consumo es el aceite de oliva). Tras la refinación, todas las grasas y aceites están constituidas fundamentalmente, por triglicéridos de ácidos grasos alifáticos de cadena recta, saturados y no saturados e insolubles en agua y una pequeña cantidad (no superior a un 3%) de otras sustancias (fosfolípidos, esteroides, tocoferoles, carotenoides, vitaminas y pigmentos liposolubles) llamada materia insaponificable. Proviene de vegetales (en especial de semillas y frutos) o de diversas partes de los animales y reciben el nombre de **ACEITES** si se presentan en estado líquido a temperatura ambiente y **GRASAS**, sí se comportan como sólidos; pero unos u otros pueden ser de origen animal o vegetal.

Las propiedades físicas y químicas de un aceite o grasa varían entre ciertos límites generalmente no muy amplios, de allí que se encuentre alguna bibliografía en donde se las denomina “constantes”, aunque resulta más apropiado el término “características”, entre ellas tenemos:

Químicas:

- a) Relacionadas con los pesos moleculares de los ácidos componentes: Índices de saponificación, de acidez, de ésteres.
- b) Relacionadas con el tipo de insaturación de los ácidos componentes: Índice de Iodo, de tiocianógeno, de dienos conjugados.
- c) Relacionados con grupos funcionales presentes en la grasa: Índices de acetilo, de carbonilo, de peróxidos.

Físicas:

Índice de refracción, peso específico, rango de fusión.



En el análisis de rutina es usualmente suficiente determinar los índices de Iodo, saponificación, acidez y peróxidos, materia insaponificable y algunos ensayos cualitativos apropiados para adulterantes. En ciertos casos puede ser necesario un examen más completo incluyéndose entonces determinaciones de agua, índice de refracción, densidad, calor, punto de solidificación de ácidos grasos y ensayos de rancidez. El interés principal al analizar un aceite o una grasa radica en identificarlos a través de sus propiedades físicas y químicas y detectar las adulteraciones por sustitución total o parcial, con aceites más baratos.

- **Aceite crudo:** Es el obtenido por la aplicación de presión o mediante solvente, sin ulterior tratamiento. Los aceites crudos de Oliva, Maní, Ajonjolí y Girasol, obtenidos por presión en frío o primer prensado, son directamente comestibles, previa conveniente depuración y siempre que la acidez libre expresada en ácido oleico no pase del 1 %.

- **Aceite puro:** Será el proveniente de una sola especie vegetal. Para los efectos de su obtención industrial, podrá admitirse la presencia de otro aceite hasta un máximo de un 5%. No se admitirá presencia de otro aceite en el aceite de Oliva puro.

Composición química y física de los aceites

TIPO DE ACEITE	ÍNDICE DE REFRACCIÓN	DENSIDAD (g/mL)	INDICE DE YODO	ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN	MATERIA INSAPONIFICABLE %MÁXIMO
Algodón	1.4720-1.4680	0.918-0.916	101-117	198-189	1.5
Soya	1.4760-1.4720	0.924-0.917	121-135	195-198	1.5
Maíz	1.4740-1.4700	0.920-0.917	111-128	193-187	1.25
Coco	1.4500-1.4480	0.919-0.917	10.5-7.5	264-250	0.5
Oliva	1.4898-1.4715	0.915-0.909	80-83	196-188	1.8
Girasol	1.4750-1.4710	0.918-0.915	136-125	194-188	1.25
Ajonjolí	1.4740-1.4700	0.921-0.916	103-115	195-188	1.8
Palma	1.4560-1.4530	0.918- 0.910		205-195	0.8
Maní	1.4700-1.4670	0.915-0.909	83-103	195-188	1.0
Arroz	1.4730-1.4700	0.921-0.916	108-99	194-181	1.3
Palmiste	1.4520-1.4990	0.913- 0.900		255-245	0.8



MATERIALES

Algodón

1 Balanza Analítica

1 Baño maría

1 Bureta de 25mL

1 Equipo para reflujo

2 Erlenmeyer de 125mL

1 Erlenmeyer de 250mL

1 Espátula

1 Gotero

1 Picnómetro

1 Pinza para bureta

1 Pipeta graduada de 10mL

2 Pipeta graduada de 5mL

1 Pipeta volumétrica de 25mL

3 pipeta volumétrica de 5mL

1 plancha de calentamiento

1 probeta de 25mL con tapón

2 probeta de 50mL

1 refractómetro

1 soporte universal

1 termómetro

2 Tubo de ensayo

1 Vaso de precipitados de 250mL

2 Vaso de precipitados de 50mL

1 Vidrio reloj

REACTIVOS

Almidón al 1%

Cloroformo

Etanol al 95 % neutralizado

Fenolftaleína al 1%

HCl 0.5N estandarizado

HCl concentrado

KI al 15%

KOH 1N

NaOH 0.1 N estandarizado

Reactivo de Hanus.



Solución 0.1% de floroglucina en éter etílico

Solución de cloroformo: ácido acético (1:3 V/V)

Solución de KOH Alcohólico: Solución al 40 por mil de KOH en etanol libre de aldehídos

Solución saturada de Ioduro de potasio, en agua recientemente hervida y fría: Disolver 13 g de sal en 10 mL de agua. La presencia de cristales asegura una saturación completa.

Tiosulfato de sodio 0.01N

PROCEDIMIENTO

Antes de proceder al examen de una sustancia grasa es necesario eliminar las impurezas grandes y el agua que pueda contener, por lo tanto, si la muestra no está completamente limpia, se le deja en reposo durante un tiempo en estufa a 50°C hasta que se clarifique si es líquida y para que funda o completamente si es sólida; entonces se filtra por papel (a T = 50°C) una o más veces evitando dejar caer el agua que pudiera existir debajo de la grasa. La muestra debe mantenerse en lugar fresco y protegida de la luz y el aire. Para realizar el trabajo más rápidamente se aconseja comenzar por la determinación de peso específico y aprovechar el volumen de aceite que allí se usa para otras determinaciones.

a. Densidad ($D^{25^{\circ}\text{C}}$)

La densidad de una sustancia es el peso de un mililitro de esta. Se obtiene dividiendo el peso de cierto volumen de sustancia entre el peso del volumen similar de agua. El resultado depende de la temperatura. Normalmente, la densidad se determina a 20°C.

- Pesar el picnómetro limpio y seco.
- Llenar el picnómetro con agua destilada, sin llevar al enrase y colocarlo durante 30 minutos en un baño de agua a 25°C. Completar hasta el enrase y tapar cuidando de que no queden burbujas. Secar exteriormente y pesar.
- Vaciar el picnómetro, secarlo e introducir la muestra de aceite y efectuar la misma operación que en el paso anterior. Obtener el peso del aceite contenido en ese volumen y dividirlo por el peso del agua a 25°C.

b. Índice de Refracción (n_D)

El índice de refracción mide la refracción de la luz a través de una solución en un refractómetro; se utiliza para comprobar la pureza del aceite. Es un factor que se emplea para determinar la calidad, ya que una variación del índice indica una adulteración de la sustancia, la temperatura a la cual se reporta es de 25°C para aceites y de 40°C para grasas sólidas.

- Abrir el doble prisma del refractómetro y esparcir una gota de la muestra, con ayuda de una varilla, sobre la cara inferior.
- Cerrar los prismas firmemente y dejar un minuto para que la temperatura del aceite y del instrumento sea la misma.



- Buscar en el campo del visor la franja que indica reflexión total; ajustar dicha franja en el punto de intersección de la cruz del visor, rotando el tornillo compensador si la línea no fuera nítida y presentara coloración.
- Leer el índice de refracción directamente sobre la escala (hacer 2 ó 3 lecturas y promediarlas), o anotando la temperatura. Expresar los resultados a 25°C.

c. Índice de Saponificación (Is)

Se expresa en mg de KOH requeridos para saponificar 1 g de grasa (incluye a los ácidos libres y esterificados). Si los triglicéridos contienen ácidos grasos de bajo peso molecular, el número de moléculas presentes en 1g de muestra será mayor que si los ácidos poseen pesos moleculares más altos, por lo tanto, los aceites con menor peso molecular de ácidos grasos presentarán índices de saponificación mayores. En otras palabras, constituye una medida del peso molecular medio de los triglicéridos constituyentes.

- Pesar exactamente 2.0 – 2.5g de aceite en un balón fondo redondo esmerilado de 125 mL.
- Agregar 25 mL de solución de KOH alcohólico (40 por mil) con pipeta aforada.
- Paralelamente montar un **BLANCO** sin muestra y hacer el mismo procedimiento.
- Conectar en el recipiente un tubo condensador a reflujo y calentar sobre el baño de agua en ebullición, agitando ocasionalmente hasta que la grasa esté completamente saponificada (30 a 45 minutos). La muestra problema pierde toda su turbidez.
- Separar el balón del montaje y titular con HCl 0.5 N usando 3 ó 4 gotas de fenolftaleína como indicador.
- Sustraer los mL de HCl 0.5 N requeridos en la muestra a los consumidos por el blanco y obtener así los mL de ácido equivalente al KOH que intervino en la saponificación.
- Calcular e informar el índice según su definición (peso fórmula del KOH = 56,1).

d. Índice de Ácidos Grasos Libres (Ia)

Los aceites y grasas, por fenómeno químico y microbiológico, contienen ácidos grasos libres en mayor o menor cantidad según sean las condiciones de manufactura, edad y almacenamiento del producto. Un índice alto indica la presencia de una cantidad elevada de ácidos grasos libres, estos, causan el enranciamiento de las grasas. Se obtiene por titulación directa con KOH normalizado y se expresa en mg de KOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en 1 g de grasa.

- Pesar exactamente en un erlenmeyer tarado de 125 mL, 1-2 g de muestra - Disolverla con 50 mL de etanol al 95 % neutralizado.
- Añadir 3 gotas de fenolftaleína, mezclar.
- Agitar y titular con NaOH 0.1N.



- Calcular e informar la acidez libre en miligramos de KOH por gramo de aceite y en gramos de ácido oleico por 100 g de aceite, que es otra forma común de expresarla (PM ácido oleico, $C_{18}H_{34}O_2 = 282,4$).

e. Índice de Esteres (Ie).

Se define como mg de KOH necesarios para saponificar 1g de grasa completamente esterificada, o sea que no incluye los ácidos que puedan existir libres, por lo tanto puede calcularse por diferencia entre los índices de saponificación y de acidez. Resulta útil para determinar el peso molecular medio de los glicéridos o ácidos grasos presentes.

f. Prueba cualitativa para la Materia Insaponificable (Mi)

Las sustancias no saponificables pueden ser sustancias resinosas, parafina o aceites minerales; la presencia de cualquier cantidad apreciable de esta materia se detectará si al añadir a la solución del jabón en potasa alcohólica un poco de agua, aparecen gotas de aceite o una emulsión blancuzca, debida a que las sustancias presentes son incapaces de formar un jabón soluble en los álcalis.

- En un tubo de ensayo añadir 10 gotas de aceite y 5 mL de solución KOH 1.0 N en etanol.
- Calentar sobre baño de agua hirviendo por algunos minutos y agitando frecuentemente para asegurar una saponificación completa.
- Añadir 15 mL de agua, gota a gota, a la solución caliente de jabón, agitando y observando después de cada adición. La formación de turbidez indica la presencia de aceites minerales o materia insaponificable. En caso de adulteración con aceites minerales la muestra presentará, además, valores bajos en los índices de Iodo y saponificación, proporcionales al aceite mineral presente.

g. Índice de Peróxidos (Ip)

Se denomina “índice de peróxidos” a los miliequivalentes (milimoles equivalentes) de oxígeno activo contenidos en un kilogramo de la grasa, calculados a partir del yodo liberado del yoduro de potasio. Las sustancias que oxidan el yoduro de potasio en las condiciones descritas se suponen son peróxidos u otros productos similares de oxidación de la grasa, por lo que el índice obtenido puede tomarse, en una primera aproximación, como una expresión cuantitativa de los peróxidos de la grasa. El oxígeno activo resultante de la oxidación de los aceites reacciona con el yoduro de potasio liberando yodo, el cual se valora con tiosulfato de sodio utilizando solución de almidón como indicador.

- Pesar exactamente en un erlenmeyer tarado de 125 mL, 2.5 g de muestra. - Disolverla con 15 mL de la mezcla de solventes cloroformo-ácido acético (1:3 V/V).
- Adicionar 2.5 mL de la solución saturada de KI.



- Tapar el erlenmeyer, agitar y dejar en reposo en la oscuridad con agitación ocasional durante un minuto exacto.
- Adicionar 25 mL de agua destilada.
- Titular el Iodo libre con tiosulfato de sodio 0.01N, agitando hasta desaparición del color amarillo, utilizar 2 gotas de almidón al 1% como indicador, continuar titulando hasta desaparición del color azul.
- Paralelamente montar un **BLANCO** sin muestra y hacer el mismo procedimiento. Restar los mL gastados en el blanco de los mL gastados en la muestra. Calcular e informar el índice así:

$$\text{ValorperoxidomEq/1000gramos} = \frac{(V_m - V_b)Nx1000}{\text{Peso muestra}}$$

Donde:

- V_m = mL de Tiosulfato consumidos en la titulación de la muestra
- V_b = mL de Tiosulfato consumido en la titulación del blanco
- N = Normalidad del Tiosulfato.

h. Ensayo Cualitativo de Rancidez Oxidativa

Las grasas y aceites, por acción de diversos factores físicos o biológicos (disponibilidad de O₂, presencia de ciertas enzimas y metales, acción de la luz, el calor y la humedad etc.) sufren procesos de rancidez oxidativa. Este fenómeno químico puede detectarse, aún en las primeras etapas, por medio de una reacción rápida y sencilla como es el “Ensayo de Kreiss”, que se basa en la producción de un color rojo debido a la reacción extremadamente sensible entre floroglucina y una sustancia presente en grasas rancias: el aldehído epidrínico.

- En una probeta de 25 mL provista de tapón, introducir 5 mL del aceite y 5 mL de HCl concentrado.
- Tapar y agitar vigorosamente durante 20 segundos.
- Luego agregar 5mL de solución de floroglucina y nuevamente tapar y agitar 20 segundos.
- A los 10 minutos observar la coloración, si la grasa está rancia, la capa inferior (ácida) toma un color rosa, violáceo o rojo (descartar colores amarillos o naranjas); en este caso se completa el ensayo con la modificación de Kerr:

Hacer dos diluciones del aceite original

- a. Un volumen de muestra más 9 volúmenes de glicerina líquida.
- b. Un volumen de muestra más 19 volúmenes de glicerina líquida. Proceder con 5 mL de cada mezcla tal como se detalló anteriormente.



Observaciones:

- Ningún color: indica que no hay rancidez.
- Reacción positiva cuando no hay dilución y negativa en A y B: implica que no hay rancidez suficiente como para producir cambios en el color y sabor, pero que la grasa presentará pronto esos fenómenos.
- Reacción positiva en el ensayo A pero negativa en el B: indica rancidez incipiente, acompañada de - cambios ya perceptibles en el olor y sabor. - --
- Reacción positiva en la dilución B: significa definida rancidez.

i. Índice de Yodo

El Índice de Yodo es el número de gramos de yodo absorbido por 100 g de aceite o grasa y es una de las medidas más útiles para conocer el grado de saturación de estos.

Los dobles enlaces presentes en los ácidos grasos no saturados reaccionan con el yodo, o algunos compuestos de yodo, formando compuestos por adición. Por lo tanto, mientras más bajo es el Índice de Yodo, más alto es el grado de saturación de una grasa o aceite.

El Índice de Yodo es una propiedad química característica de los aceites y grasas y su determinación puede ser utilizada como una medida de identificación y calidad.

- Pesar 0,5 gramos del aceite o la grasa en un frasco de yodo. Se agregan 10 mL de CHCl_3
- Se añaden 25 mL del reactivo de Hanus, con precaución. Se deja en reposo la mezcla por 30 minutos.
- Se añaden 10 mL de solución al 15 % de KI, se agita intensamente y se añaden 100 mL de agua fría recién hervida.
- Se titula el yodo con una solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hasta desaparición del color amarillo, se añaden gotas de almidón al 1% como indicador y se continúa la titulación hasta que el color azul desaparezca.
- Paralelamente montar un **BLANCO** sin muestra y realizar el mismo procedimiento.

Calculo:

$$\text{Índice de yodo} = \frac{(B-A)N \times 12.69}{\text{Peso muestra}}$$

Donde:

B: mL de titulante gastados en el blanco

A: mL de titulante gastados en la muestra

N: Normalidad del $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



CUESTIONARIO

- a. Elabore un diagrama de flujo sobre el proceso de producción de aceites y grasas comestibles.
- b. Cuál es la función de los antioxidantes en las sustancias grasas?
- c. A qué se debe la presencia de ácidos grasos libres en las sustancias grasas? ¿Para qué sirve conocer su contenido en aceites y grasas? ¿Cuál es el valor máximo permitido?
- d. Investigue las causas de la rancidez en los aceites y grasas. ¿Qué otras alteraciones se presentan en los aceites comestibles?
- e. Que son los BHT y BHA?

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

UNIDAD 2

CEREALES

2.1 ANALISIS DE CEREALES, LEGUMINOSAS

Duración 9h.

OBJETIVOS

- Aplicar algunas pruebas químicas, para evaluar cualitativamente la presencia de aditivos mejoradores en harinas.
- Investigar, estudiar y comparar las normas y resoluciones que rigen los requisitos que deben cumplir las harinas en lo que se refiere a agentes mejoradores y blanqueadores y concluir sobre la calidad de la muestra analizada.

INTRODUCCIÓN

Con el nombre de cereales se designa a las plantas de la familia de las gramíneas y a sus frutos, que desde tiempos remotos han constituido la base alimenticia de las personas y de los animales. Los principales cereales son el trigo, maíz, la avena, el arroz, el centeno y la cebada. Con excepción del arroz, no es frecuente utilizar como alimento para el hombre los granos enteros de los cereales, por lo que su análisis se efectúa sobre los productos obtenidos de la molienda. Los diferentes nutrientes están concentrados en determinadas partes del grano, cumpliendo además funciones específicas de la semilla, para conservar la vida de la planta. La cubierta, corteza o tegumentos externos constan de estructuras fuertes ricas en el grupo llamado fibra cruda y conteniendo algunos compuestos de carácter mineral. En el germen se puede distinguir la plúmula, vástago o epicotilo que al germinar va a proyectarse y la raicilla, que formara la raíz. Estas estructuras que conjuntamente forman el embrión son ricas en proteína, que forma el protoplasma vivo y generalmente está protegida por una membrana fibrosa llamada escutelo y por tejidos protectores ricos en sustancias grasas. El endosperma que ocupa generalmente la parte más voluminosa del grano es rico en sustancias comprendidas dentro de lo que se llama comúnmente extracto no nitrogenado, como, almidones y azúcares y sustancias de tipo proteico como el gluten que actúan como reserva nutricional del germen para sus primeras etapas de crecimiento. Este envuelto por una capa también de naturaleza proteica llamada capa de aleurona. Las leguminosas, comestibles, aunque en menor proporción que los cereales, constituyen también un grupo muy importante de alimentos, especialmente por su aporte proteico, el cual complementa al de los cereales por contener aminoácidos como lisina, ausente en ellos. A esta familia pertenece el maíz, el garbanzo, el haba, la lenteja, la arveja, los frijoles y la soya o soja.

PRODUCTOS DERIVADOS:



Pan común: se define el pan común como el producto poroso obtenido de la cocción de una masa preparada con una mezcla esencialmente compuesta de harina de trigo, levadura, agua potable y sal, la cual puede contener grasa de origen vegetal o animal, aceite hidrogenado, mantequilla, lecitina, margarina, diastasa y clorhidrato de lisina y huevo.

Harina de trigo para panificación: es el producto alimenticio resultante de la molienda y tamizado del endosperma limpio del trigo. La harina debe presentar color amarillento, una tonalidad gris y la presencia de partículas indican contaminación con afrecho, debida a la alta extracción o a un insuficiente proceso de tamizado. El 98% debe pasar por un tamiz.

Alteraciones y adulteraciones: La harina se altera fácilmente por almacenamiento defectuoso, por invasión de hongos o insectos o por acidificación debida al calor desarrollado en el interior de los empaques, alteraciones que traen como consecuencia una mala calidad del pan. Es común también encontrar harinas adulteradas por mezcla, con harinas de menor calidad o por adición de sustancias minerales que aumentan su peso o mejoran su apariencia como sulfato de calcio, tierra de infusorios o alumbre. Entre los blanqueadores más utilizados se pueden mencionar el cloro, el peróxido de nitrógeno y el peróxido de benzoílo. Se permite la adición de bromatos que son agentes oxidantes que comunican mayor consistencia o fuerza a la harina para panificación y la vitamina C que ejerce una acción reductora, mejora la elasticidad y extensibilidad de la masa. Entre las sustancias que se han utilizado como mejoradores de la harina se encuentra: los fosfatos ácidos, persulfatos (de amonio o potasio).

Pastas alimenticias: productos preparados mediante el secado apropiado de las figuras formadas del amasado con agua de derivados del trigo aptas para el consumo humano, o combinación de las mismas. Pueden ser adicionadas con vegetales tales como acelgas, espinacas, tomates, pimentones, etc., en cuyo caso debe declararse la mezcla en la etiqueta y se consideran “pastas alimenticias especiales”. Generalmente se adicionan de huevo en una cantidad mínima de 150 g de huevo fresco por Kg de producto y en la etiqueta se mencionará como “pastas al huevo”.



COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los cereales están constituidos principalmente por carbohidratos, además de proteínas, grasas, minerales, agua y pequeñas cantidades de vitaminas y enzimas, pero, la proporción en que aparecen depende de la variedad del grano y las condiciones de cultivo. Además, dichos constituyentes no se encuentran uniformemente distribuidos en los tejidos del grano.

Componentes	Porcentaje
Carbohidratos “solubles”	60%
Agua	13%
Proteínas	7%
Lípidos	1.5%
Fibra cruda	2.0%
Cenizas	1.5%
Vitamina B1	0.01%
Ácido nicotínico	0.08%

Tabla. Composición Química de los Cereales

1) Carbohidratos:

Son cuantitativamente los componentes más importantes, constituyendo el 77-87% de la materia seca total. Los carbohidratos presentes son: almidón, celulosa, hemicelulosa, pentosas, dextrinas y azúcares libres.

- a) Almidón: Constituye aproximadamente entre el 60 y 75% del peso del grano y sus dos componentes principales son: amilosa, polímero esencialmente lineal α - (1-4) glucosa unidas por ramificaciones α - (1-6). El grano del almidón es insoluble en agua fría y cuando se calienta con agua, el almidón absorbe, se hincha y revienta, a este fenómeno se le llama gelificación. Gracias a esta propiedad se emplea en la gelificación del pudín, el espesamiento de salsas y frugado de algunos postres. En el endospermo encontramos la mayor cantidad de almidón del grano. El almidón industrialmente tiene importancia particular en la industria papelera.



- b) Dextrina: se obtienen a partir del almidón por acción del calor, o adicionando productos químicos; o bien, por hidrólisis ácida en medio acuoso o por hidrólisis parcial de enzimas.
- c) Celulosa y hemicelulosa: son constituyentes de la pared celular de los granos del cereal, que, junto con la lignina, constituyen la fibra cruda, que es la parte no digerible de los alimentos. La celulosa es un polímero lineal de unidades D-glucopiranosil enlazadas (1-4) unidas con enlaces β .
- d) Pentosas: son polímeros de azúcares pentosas como arabinosa o xilosa, y se encuentran en la pared de las células del endospermo, tienen la característica de retener agua y en agua caliente tienden a dar una solución viscosa.
- e) Azúcares libres: se presentan en cantidades mínimas (1-3%) en el grano recién recogido, pero se van formando paulatinamente durante la conservación, tanto del grano como de la harina por la acción de las enzimas que transforman el almidón en dextrinas y maltosa. Los azúcares de mayor abundancia son la sacarosa, rafinosa, además de la fructosa, glucosa y maltosa en trigo, cebada, y centeno en baja proporción.
- 2) **Proteínas:**
El contenido proteico del grano oscila entre el 7 y 18% (6). Se pueden distinguir 4 tipos principales de proteínas clasificadas según su solubilidad.
- 3) **Lípidos**
Se presentan en un porcentaje de 1.5 a 2% y están localizados principalmente en el germen y testa. Los componentes lipídicos más importantes son los glicéridos (ácido oleico y linoleico), fosfolípidos (lecitina) y esteroides (sitosterol y compisterol); el germen es particularmente rico en vitamina E.
La importancia de los lípidos en los procesos tecnológicos de transformación y conservación del producto final de la panificación se debe a la propiedad tensoactiva de las grasas y su capacidad de reacción con las proteínas (6).
- 4) **Minerales**
La mayor parte de las sustancias inorgánicas del trigo se encuentran en el salvado y en la capa aleurónica, y su cantidad oscila entre 1.5 y el 2.0% (6)



Los elementos que encontramos en mayor proporción son calcio, cloro, potasio, sodio, azufre, silicio y fósforo; y en menor proporción cobre, hierro, manganeso y zinc.

El fósforo se combina con el calcio y el hierro en forma de ácido fítico (ácido

2.2 DETERMINACIONES

2.2.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Contenido de agua que tiene la harina, es importante que no supere el 15%, la humedad es la característica importante, particularmente en relación con la seguridad del almacenamiento de la harina. La determinación del índice de humedad en harina se realiza por pérdida de peso. (Ir a determinaciones generales)

2.2.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Son las materias minerales presentes en harina, constituidas por sales de potasio, calcio, magnesio y fósforo, y se obtienen por incineración. (Ir a determinaciones generales)

2.2.3 AGENTES MEJORANTES

Para obtener mejores resultados con los productos finales, se adicionan a la harina mejoradores, los cuales son adicionados en proporción al tipo de harina, y se calcula en partes por millón (ppm)

BROMATOS

Los bromatos sirven para aumentar el volumen del pan, este aditivo tiene efectos secundarios, por eso en la producción de la harina es regulada y controlada durante todo el proceso.

- Colocar una porción de la pasta (preparada anteriormente) en una cápsula de porcelana y añadir unas gotas de solución de yoduro de potasio al 0.5% en HCl 2N.

La aparición de manchas oscuras indica la presencia de bromatos en la muestra.



PERSULFATOS

- Añadir a un poco de harina húmeda unas gotas de solución de bencidina al 1% (en alcohol) y observar.

En presencia de persulfatos aparecen manchas azul oscuras.

VITAMINA C

- Se detecta por adición de unas gotas de solución 2,6-diclorofenolindofenol al 0.1% a la muestra húmeda.

En presencia de vitamina C se producen manchas rosadas en pocos minutos.

AGENTES BLANQUEADORES

- pH y cloro

Mezclar 10 gramos de harina con 100 mL de agua destilada, dejar en reposo durante 30 minutos y luego filtrar.

Determinar el pH del filtrado (guardar el líquido para el siguiente ensayo).

Las harinas poseen generalmente un pH entre 6 – 6.8; cuando han sido blanqueadas con cloro poseen un pH más bajo.

ÓXIDOS DE NITRÓGENO

A 50 mL del filtrado agregar 1 mL de cada uno de los reactivos A y B.

La producción de una coloración rosada intensa o roja en pocos minutos, se debe a la presencia de nitrógeno en forma de nitritos.

Preparación de reactivos

Reactivo A: Disolver 0.5 gramos de ácido sulfanílico en 150 mL de ácido acético al 20%.

Reactivo B: Disolver 0.2 gramos de clorhidrato de alfa-naftilamina en 150 mL de ácido acético al 20%, calentando si es necesario.



PEROXIDO DE BENZOILA Y PERSULFATOS

Extraer 1 g de harina con 3.5 ml de éter de petróleo

- Dejar sedimentar
- Añadir 1.5 ml del reactivo Rotherfusser.

La aparición de un color verde en el éter de petróleo indica la presencia de peróxido de benzoilo y la existencia de cristales azules en el sedimento es prueba positiva de persulfatos.

Preparación de reactivos Reactivo de Rotherfusser:

Triturar 1 g de sulfato de diparadiaminofenilamida con unos ml de etanol en un mortero. Disolver con este solvente calentando a reflujo si es necesario. Completar a 100 ml con etanol.

2.2.4 OBSERVACIÓN DE GLUTEN EN HARINA DE TRIGO.

El gluten se extrae de la harina someténdola a una corriente de agua salada que arrastra al almidón presente y a las proteínas solubles, formando el complejo proteínico llamado gluten húmedo con apariencia gomosa de color blanco grisáceo, duro y elástico, el gluten posee dos importantes proteínas llamadas Gliadina (cadenas proteicas sin enlaces, que le dan a la masa la viscosidad) y Glutenina (cadenas proteicas con enlaces, que le dan a la masa la consistencia y resistencia.), estas proteínas se unen durante el amasado formando una malla capaz de retener agua y los gases producidos durante la fermentación. Esta malla se denomina Gluten y tiene particulares característicos de elasticidad y tenacidad. La importancia del gluten radica en gran parte en el proceso de panificación y sirve como base para la clasificación de las harinas de acuerdo con sus usos.

Para juzgar la calidad de gluten se deben considerar los siguientes parámetros:

- Nivel bajo de gluten: 18 - 22% contenido de gluten
 - Nivel medio de gluten: 22 - 25% contenido de gluten
 - Nivel alto de gluten: 25 - 32% contenido de gluten
-
- Mezclar unos 20 a 25 gramos de harina con 10 mL de agua o solución de NaCl al 2% en un mortero, formando una pasta homogénea.
 - Dejar en reposo una media hora y colocar la pasta formada sobre un tamiz fino.
 - Lavar la pasta debajo de un chorro delgado de agua hasta que esta sea clara.
 - Recoger los fragmentos que quedan sobre el tamiz y unirlos al gluten.
 - Exprimir con las manos sobre una toalla hasta que no pase más humedad a la mano.



- Observar el color, olor, elasticidad y tenacidad del gluten con lo cual puede darse cuenta de su calidad. o
- Colocar en una cápsula previamente tarada. Secar a 100°C por una hora. Pesar y determinar el porcentaje de gluten en la harina.

2.2.5 ACIDEZ

La acidez de las harinas es debida a la presencia de ácidos grasos provenientes de la transformación de las materias grasas. Un valor de acidez puede modificar la calidad del gluten disminuyendo su elasticidad y su grado de hidratación. La acidez de la harina va aumentando a medida que pasa el tiempo de almacenamiento, de esta forma las harinas viejas dan valores elevados de acidez.

- Pesar 10 gramos de muestra, añadir 100 mL de agua destilada y dejar en contacto durante una hora agitando 3 veces durante 2 minutos cada 20 minutos.
- Añadir 4 o 5 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína.
- Titular con NaOH 0.1N hasta aparición de color rosa débil persistente (debe mantenerse por 1 minuto).

Expresar los resultados en % de ácido láctico por muestra en peso.

2.2.6 TRATAMIENTO DE LAS CENIZAS

Agregar 1 mL de ácido nítrico concentrado al crisol de las cenizas.

- Calentar un poco para diluir las cenizas.
- Filtrar la solución acida recibiendo el filtrado en un frasco volumétrico de 100 mL, lavar el crisol y el embudo recibiendo los filtrados en el mismo frasco.

Llevar al enrase con agua destilada.

2.2.7 DETERMINACIÓN DE CALCIO POR ABSORCIÓN ATÓMICA

El calcio es uno de los minerales más importantes y abundantes del organismo y una de las fuentes más conocidas es la harina.

El calcio es muy conocido por nutrir los huesos y prevenir la osteoporosis.

- Llevar la solución anterior de las cenizas al equipo de absorción atómica para medir el calcio.

2.2.8 FÓSFORO EN PASTAS ALIMENTICIAS

El fósforo es un mineral que nutre el cerebro, después del Calcio, el fósforo (alimento del cerebro, como se dice) es el segundo mineral que abunda en nuestro cuerpo y en la mayoría



de los alimentos. El fósforo (P) es un mineral que desempeña papeles determinantes en la estructura y función del organismo.

El fósforo es el indicador de la cantidad de huevo utilizado en la pasta. A mayor cantidad de fósforo mayor cantidad de huevo.

El ácido molibdofosforico en formado y reducido por el cloruro estañoso dando una coloración azul.

- Triturar muy bien la pasta y llevarlas a calcinación (procedimiento de cenizas).
- Agregar 1 mL de HCl 1:1 al crisol de las cenizas.
- Calentar un poco para diluir las cenizas.
- Filtrar la solución acida recibiendo el filtrado en un frasco volumétrico de 100 mL, lavar el crisol y el embudo recibiendo los filtrados en el mismo frasco. Llevar al enrase con agua destilada.
- Tomar 10 mL de la solución anterior y llevarlos a un matraz de 100 mL.
- Adicionar 4 mL de la solución de molibdato de amonio (Solución 1) y 10 gotas de cloruro estañoso (Solución 2). –
Aforar a 100 mL.
- Medir la absorbancia a 690 nm después de 10 minutos, pero antes de 12 minutos.

Curva de calibración }

-Tomar el volumen necesario de la solución intermedia de fósforo (2mg/L) para preparar cada uno de los patrones de acuerdo con la siguiente tabla:

Patrón	Concentración mg/L	Volumen solución estándar a tomar
Blanco	Agua destilada	
1	0.05	2.5
2	0.10	5.0
3	0.15	7.5
4	0.20	10.0
5	0.25	12.5
6	0.30	15.0
7	0.35	17.5
8	0.40	20.0

Tomar el volumen correspondiente y adicionar 4 mL de la solución de molibdato de amonio (Solución 1) y 10 gotas de la solución de cloruro estañoso (Solución 2).



- Aforar a 100 mL.
- Medir la absorbancia de los patrones y el blanco a 690 nm tras 10 minutos de haber adicionado el reactivo.

Preparación de reactivos

- Molibdato de amonio (Solución 1):

Disolver 25 g de Heptamolibdato de amonio tetrahidratado en 175 mL de agua. Adicionar 280 mL de ácido sulfúrico concentrado a 400 mL de agua. Enfriar y adicionar la solución de molibdato. Aforar a 1L.

- Cloruro estañoso (Solución 2):

Disolver 205 g de cloruro estañoso dihidratado en 100 mL de glicerol. Calentar en baño de agua y agitar.

- Solución madre de fosfatos (50 mg/L):

Disolver 0.2195 g de KH_2PO_4 anhidro en un poco de agua y llevar a matraz de 1L.

Solución intermedia de fosfatos (2 mg/L):

Tomar 10 mL de la solución madre de fosfatos y llevar a matraz de 250 mL.

Composición de la harina:

Tipo de alimento	Humedad (g)	Cenizas (g)
Harina de trigo fortificada	14.0	0.7

CUESTIONARIO

- A) ¿Qué tipo de alteraciones puede sufrir la harina y por qué?
- B) ¿Cómo puede adulterarse?
- C) ¿Qué es el gluten y porqué es importante su determinación?
- D) ¿Cuáles son los productos comerciales de los cereales? ¿Qué análisis se les realizan para comprobar su calidad?
- E) ¿Qué otros análisis en la harina son de importancia a nivel industrial?



BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.



UNIDAD 3 CARNES

3.1 ANALISIS DE CARNES Y DERIVADOS CARNICOS

Duración 9h.

OBJETIVOS:

- Cuantificar el contenido de nitritos y almidón, presentes en un producto cárnico procesado.
- Investigar las normas del Icontec y del Ministerio de Salud en lo que se refiere a aditivos en productos cárnicos y sus derivados, y concluir sobre la calidad de la muestra analizada.

INTRODUCCIÓN

- **Canal:** El cuerpo de un animal después de sacrificado, degollado, deshuesado, eviscerado quedando sólo la estructura ósea y la carne adherida a la misma sin extremidades.

- **Carne:** Es la parte muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto de los animales de las diferentes especies, incluyendo su cobertura de grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y que ha sido declarada inocua y apta para el consumo humano.

- **Carne fresca:** La carne que no ha sido sometida a procesos de conservación distintos de la refrigeración, incluida la carne envasada al vacío o envasada en atmósferas controladas.

- **Derivados cárnicos:** Son los productos que utilizan en su preparación carne, sangre, vísceras u otros productos comestibles de origen animal, que hayan sido autorizados para el consumo humano, adicionando o no aditivos, especies aprobadas y otros ingredientes. Estos productos se denominarán según su especie.

El examen veterinario y bacteriológico de las carnes y derivados es irremplazable y resulta de fundamental importancia para apreciar el estado higiénico de las mismas, siendo complementado por la realización de algunos exámenes físicos y químicos de apreciación rápida del estado higiénico. Para los embutidos es de gran interés la realización de un análisis próximo y las determinaciones de pH, nitritos y almidón. En algunos casos es necesaria la determinación de materias colorantes, preservativos, etc.



Acondicionamiento y maduración de la carne: Se deben conservar a temperaturas inferiores a 1.5°C lo cual originan un ablandamiento y desarrollo de un sabor y aroma. El pH límite de 6.5 es el indicativo entre una carne fresca y una en vía de putrefacción.

Cambios durante el acondicionamiento y maduración:

En las proteínas: Hay desnaturalización seguida de la hidrólisis.

En los lípidos: Inicialmente una hidrólisis seguida del enranciamiento.

En la mioglobina: Se da la desnaturalización seguido de la oxidación del hierro, se hace evidente en el paso de color rojo característico a color carmelita de la carne.

Composición química: -

Agua

- **Proteínas:** Las proteínas se clasifican en tres grupos:

- a) Miofibrilares: Formado por miosina y actina.
- b) Sarcoplasma
- c) Tejido Conectivo: Principalmente colágeno y elastina.

La composición de aminoácidos es diferente entre la de los músculos y órganos a la del tejido conectivo.

- **Lípidos:** Según su contenido de grasa se puede clasificar en:

- Carne Magra: Inferior al 14%
- Carne Semi-gorda: Entre 14 y 20%
- Carne Gorda: Entre 20 y 30%
- Carne muy Gorda Superior al 30%

- **Carbohidratos:** Principalmente colágeno, el cual se convierte en ácido láctico.

- **Sustancias solubles no proteicas:** Sustancias nitrogenadas que le dan sabor y aroma a la carne cuando es cocinada, llamadas sustancias extractivas. Ej. Creatina, carnosina, monofosfato de inosina.

- **Minerales:** Principalmente el hierro el cual está contenido en la mioglobina, y otros como el Potasio, Fósforo, Sodio, Magnesio, Calcio, Zinc.

- **Componentes menores:**

a. Vitaminas: El Hígado y el Riñón tienen altos contenidos vitamínicos especialmente tiamina, riboflavina y niacina.



b. Enzimas: Alrededor de 50, principalmente la ATPasa encargada del ATP en el rigor mortis.

3.2 DETERMINACIONES

3.2.1 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Son las materias minerales presentes en la carne, constituidas por sales de potasio, calcio, magnesio y fósforo y se obtienen por incineración
(Ir a determinaciones generales)

b. Tratamiento de las cenizas

- Agregar 1 mL de ácido nítrico concentrado al crisol de las cenizas.
- Calentar un poco para diluir las cenizas.
- Filtrar la solución ácida recibiendo el filtrado en un frasco volumétrico de 100 mL, lavar el crisol y el embudo recibiendo los filtrados en el mismo frasco. Llevar al enrase con agua destilada.

c. Determinación de hierro por Absorción Atómica

El hierro contenido en la carne se conoce como hierro heme, que es el hierro que se obtiene de la hemoglobina de la sangre de los animales. Este tipo de hierro es de más fácil absorción que el hierro no heme, que es el que se puede obtener de los vegetales. Entre las carnes más ricas en hierro se encuentra el hígado, sobre todo el hígado de pollo. Otras fuentes animales ricas en este mineral son el hígado de ternera, la carne de ternera, la de cordero y ciertos mariscos como las ostras o los mejillones. En menor proporción, la carne de pollo o la carne de cerdo magro son buenas fuentes de hierro de procedencia animal.

Carnes rojas: contienen de 2,5 a 4 mg/100 gramos de hierro.

Carnes blancas: contienen de 1 a 1,5 mg/100 gramos de hierro.

– Llevar la solución anterior de las cenizas al equipo de absorción atómica para medir el hierro.

d. Determinación de nitritos

El nitrito y/o nitrato sódico se añade a los embutidos como agentes de curado. Se llevará a cabo la determinación de contenido en nitritos de los productos a base de carnes siguiendo el método operatorio descrito a continuación expresándolo en miligramos de nitrito sódico por



kilogramo: extracción del nitrito por agua caliente del producto a base de carnes, precipitación de las proteínas y filtración. Adición de ácido sulfanílico y de alfa-naftilamina al filtrado y determinación fotométrica de la intensidad de la coloración rosa así obtenida.

El contenido en nitritos se calcula comparando la densidad óptica obtenida de la muestra problema con las de una serie de soluciones patrón de nitrito sódico tratadas en las mismas condiciones.

Pesar aproximadamente 10 g de la muestra con una precisión de 0.0001 g.

- Precipitación de las proteínas:

- Trasvasar la muestra pesada al Erlenmeyer y añadir sucesivamente 5 mL de la solución saturada o de bórax y 100 mL de agua a una temperatura de 70°C como mínimo. Calentar el Erlenmeyer durante 15 minutos al baño maría a ebullición y agitar varias veces.
- Dejar enfriar a temperatura ambiente el Erlenmeyer y su contenido.
- Añadir sucesivamente 2 mL del reactivo I y 2 mL del reactivo II, mezclar cuidadosamente después de cada adición.
- Trasvasar a un matraz aforado de 200 mL. Dejar reposar 30 minutos a temperatura ambiente completando con agua a 200 mL.
- Mezclar cuidadosamente el contenido del matraz aforado y filtrar en papel filtro.

Medida del contenido de nitritos:

- Tomar con pipeta volumétrica una alícuota de 10 mL y ponerla en un tubo de ensayo.
- Añadir 10 mL del reactivo colorimétrico, mezclar y dejar reposar durante 15 minutos a temperatura ambiente, al abrigo de la luz solar directa.
- Montar un blanco utilizando para ello 10 mL de agua y 10 mL del reactivo colorimétrico.
- A partir de 20 minutos, pero dentro de las 4 horas, medir la densidad óptica de la solución en una celda de 1 cm de recorrido óptico, con una longitud de onda aproximada de 529 nm. Si la solución coloreada obtenida a partir de la muestra es superior a la de la solución patrón más concentrada, disminuir la cantidad de filtrado tomado con la pipeta. Efectuar dos determinaciones sobre la muestra preparada.

Elaboración de la curva Patrón:

Preparar una serie de soluciones patrón pasando con pipeta volumétrica volúmenes de 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 mL de la solución B a balones volumétricos de 100 mL y adicionar 10 mL del reactivo colorimétrico y enrasar con agua destilada (las soluciones patrón así como la solución de nitrito de que provienen deben ser preparadas el día de su utilización)



Patrón	Concentración mg/L	Volumen solución estándar a tomar
1	0.05	1
2	0.1	2
3	0.25	5
4	0.5	10
5	0.75	15
6	1.0	20
7	1.5	30
8	2.0	40
9	2.5	50
10	3.0	60
11	3.5	70
12	4.0	80

Calcular el contenido en nitritos de la muestra expresado en mg de nitrito sódico por Kg de muestra.

Preparación de reactivos

- Soluciones utilizadas para la precipitación de proteínas:

Reactivo I: Disolver 10.6 g de ferrocianuro de potasio trihidratado, $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$, en agua y diluir a 100 mL

Reactivo II: Disolver 22.0 g de acetato de zinc dihidratado, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, y 3.0 mL de ácido acético glacial en agua y diluir a 100 mL

Solución saturada de bórax: Disolver 5.0 g de tetraborato disódico decahidratado, o $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, en 100 mL de agua templada y dejar enfriar a T ambiente.

- Soluciones patrón de nitrito sódico:

Solución (A): Disolver 1.0 g de nitrito sódico ($NaNO_2$) y enrasar a 1000 mL.

Solución (B): Pasar con pipeta volumétrica 5 mL de la solución (A) a otro matraz aforado de 1000 mL y aforar a este volumen.

- Reactivo colorimétrico:



Solución I: Disolver calentando al baño maría 0.6 g de ácido sulfanílico ($H_2NC_6H_4.SO_3H$) en 20 mL de ácido acético glacial y 40 mL de agua. Añadir 20 mL de una solución de NaCl de concentración 100 g/L y diluir con agua a 100 mL.

Solución II: Disolver calentando al baño maría 0.03 g de clorhidrato de alfa-naftilamina $C_{10}H_7NH_2.HCl$ en 10 mL de agua o 0.024 g de alfa-naftilamina.

Filtrar si es necesario y añadir 20 mL de ácido acético glacial, diluir con agua a 100 mL (manipular esta solución con precaución por su carácter cancerígeno y conservar estas soluciones en frascos de color topacio oscuro fuerte bien cerrados).

El reactivo colorimétrico se obtiene mezclando volúmenes iguales de las dos soluciones (debe conservarse en refrigerador una semana como máximo).

e. Determinación Cuantitativa de Almidón

- Pesar 10 g de muestra y transferirla a un papel filtro.
- Lavar 4 veces con éter etílico y 4 veces con etanol al 70%.
- Dejar drenar y transferir tanto el papel filtro como la muestra a un vaso de precipitados.
- Añadir 5 mL de HCl al 50% (v/v) y desintegrar el papel filtro con una varilla de vidrio.
- Añadir otros 10 mL de HCl en cantidades de 1 mL durante 30 min.
- Diluir a 100 mL con agua destilada en un matraz volumétrico.
- Agitar durante 5 min. 121
- Filtrar a través de un crisol de Gooch y pipetear 50 mL de filtrado a un vaso de precipitados de 250 mL, preferiblemente de forma baja, que contenga 115 mL de etanol al 96%.
- Agitar durante 1 min. Lavando las paredes con etanol al 70%.
- Dejar en reposo por 5 minutos.
- Decantar a través de un crisol de Gooch, previamente pesado, lavando el precipitado con 100 mL de etanol al 70% y 100 mL de etanol al 96%.
- Secar el crisol de Gooch con el residuo durante 3 h a $105^{\circ}C$
- Pesar.

f. Investigación de Amoniac libre

En un tubo de ensayo se colocan 2 o 3 mL del reactivo de Eber. Se suspende un trozo de carne o derivado con un alambre, de modo que quede a 2 cm de la superficie líquida y se observa si se forman humos blancos de cloruro de amonio, lo que indica una prueba positiva.

Preparación de reactivos Reactivo de Eber:

HCl: 1 parte

Etanol: 3 partes

Éter: 1 parte



g. Reducción del Azul de metileno

Evalúa la cantidad de bacterias en la carne y por lo tanto la calidad de su conservación. La prueba depende de que la actividad reductora de los microorganismos y de las sustancias reductoras de la carne logre un descenso del potencial redox y este cambio se valora visualmente mediante la reducción del azul de metileno.

- Colocar 5 gramos de carne o derivado cárnico homogenizado en un frasco con tapa esmerilada y se agregan 50 mL de agua a 40 °C y 1 mL de solución de azul de metileno. Se calienta la mezcla en un baño termostático a 45 °C. Se mide el tiempo de decoloración. Si esto sucede dentro de una hora, hay alteración manifiesta de la carne.

h. Determinación de pH

Preparar una solución al 10 % de carne o derivado cárnico y realizar la medida con el medidor de pH, calibrado previamente.

El pH de la carne varía generalmente de 6.1 a 6.2 un pH de 6.5 exige consumo inmediato y una reacción alcalina hace sospechar una putrefacción.

i. Determinación de Nitratos en derivados cárnicos

Los nitratos se emplean ampliamente como aditivos en la fabricación de productos cárnicos curados y en menor medida, en la conservación del pescado y en la producción de queso. Los nitratos y también los nitritos están catalogados como conservantes aceptados oficialmente sobre aditivos alimentarios diferentes de los colorantes y de los edulcorantes. Los límites de concentración para los nitratos, calculados como nitrato de potasio, oscilan entre los 250 mg/kg para los productos cárnicos. Los nitratos como sustancias de origen natural pueden encontrarse en productos cárnicos frescos, leche y productos lácteos, cereales, frutas, bebidas alcohólicas y verduras, incluyendo las patatas. En la mayoría de estos alimentos se encuentran sólo concentraciones bajas, con la excepción de algunos tipos de verduras. Al reaccionar en medio sulfúrico los nitratos con la brucina se produce una coloración amarilla marrón, cuya intensidad es proporcional al contenido en nitratos presentes, lo que permite su valoración calorimétrica o espectrofotométrica.

Preparación del extracto:

- Tomar 10g de muestra y llevarlos a un erlenmeyer de 250 mL.
- Adicionar 150 mL de etanol 40%, agitar y calentar suavemente por 1 hora.



- Transvasar a matraz de 250 mL con ayuda de un embudo y una varilla de vidrio y haciendo lavados con etanol 40%.
- Adicionar 5 mL de cada uno de los reactivos de carrez (reactivo I y II) y enrasar con agua destilada.
- Agitar y transvasar a un vaso de 500 mL y dejar 10 minutos en reposo.
- Separar la grasa que sobrenade con espátula.
- Filtrar al vacío recolectando en un matraz de 200 mL hasta el enrase.
- Verterlo en vaso de 500 mL lavando con poco agua y evaporar el líquido hasta 100 mL.
- Dejar enfriar y llevar de nuevo al matraz de 200 mL y enrasar con agua destilada.

Determinación de nitratos por fotometría:

- En matraz de 50 mL adicionar 10 mL del extracto preparado anteriormente.
- Adicionar 1 mL de la solución de Brucina-acido sulfanílico.
- Adicionar 10 mL de la solución de ácido sulfúrico.
- Mezclar lentamente y dejar en reposo por 10 minutos en la oscuridad.
- Adicionar 20 mL de agua destilada agitando y dejar en reposo por 15 minutos en la oscuridad.
- Enfriar en baño de hielo hasta temperatura ambiente en la oscuridad.
- Enrasar con agua destilada.
- Leer absorbancia a 410 nm.

Curva patrón:

Tomar los diferentes volúmenes de la solución patrón de nitratos y tratar igual que la muestra.

Patrón	Concentración en mg/L	Volumen solución patron a tomar
1	2	1
2	4	2
3	6	3
4	8	4
5	10	5

El cero se ajusta con 20 mL de agua destilada sometida al mismo procedimiento que la muestra.

**Preparación de reactivos****- Solución patrón de nitratos:**

Disolver 0.1629 g de nitrato de potasio en agua y llevar a 1L. (Esta solución contiene 0.1 mg de nitrato)

- Solución de Brucina

– **ácido sulfanílico:** Disolver 1 g de Brucina y 0.1 g de ácido sulfanílico en 70 mL de agua caliente, adicionar 3 mL de HCl 37%, dejar enfriar y llevar a 100 mL con agua destilada.

- **Solución de ácido sulfúrico:** Adicionar 500 mL de ácido sulfúrico a 75 mL de agua destilada. Guardar en un frasco herméticamente cerrado.

- Reactivo de Carrez:

Reactivo I: Solución acuosa de hexacianoferrato de potasio al 15%

Reactivo II: Solución acuosa de acetato de zinc al 30%

Composición de la carne y algunos derivados cárnicos:

Tipo de Alimento	Humedad (g)	Cenizas (g)	Proteína(g)	Lípidos Soxlet (g)
Carne de cerdo magra	64.3	1.1	20.1	11.9
Carne de res magra	71.0	0.9	21.5	6.5
Jamón	72.0	1.0	20.4	6.6
Salchichón	29.8	7.1	23.8	38.1
Salchicha	59.9	4.2	12.9	

CUESTIONARIO

A) ¿Cuáles son los aditivos más utilizados en la elaboración de los productos cárnicos procesados? ¿Cómo pueden clasificarse?

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

UNIDAD 4 ANÁLISIS DE LECHE

Duración 9h.

OBJETIVOS

- Reconocer la importancia de las técnicas de análisis fisicoquímico utilizadas para evaluar la calidad de la leche fresca.
- Investigar, estudiar y comparar las normas, resoluciones y decretos que rigen los requisitos que deben cumplir la leche para el consumo humano y aplicarla a la interpretación de los valores obtenidos experimentalmente.

INTRODUCCIÓN

- **Leche:** Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior.
- **Calostro:** Para los efectos del presente reglamento técnico, no se considera como leche apta para el consumo humano, al producto obtenido de los animales lecheros dentro de los quince (15) días anteriores y los siete (7) posteriores al parto.
- **Leche cruda:** Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de termización ni higienización.
- **Leche pasteurizada:** Es el producto obtenido al someter la leche cruda, termizada o recombinada a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad de flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización son aquellas que tiene efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72°C - 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo) o 61°C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.
- **Leche ultra-alta-temperatura (UHT) Larga vida:** Es el producto obtenido mediante proceso térmico en flujo continuo, aplicado a la leche cruda o termizada a una temperatura entre 135°C a 150°C y tiempos entre 2 y 4 segundos, de tal forma que se compruebe la destrucción eficaz de las esporas bacterianas resistentes al calor, seguido inmediatamente de enfriamiento a temperatura ambiente y envasado aséptico en recipientes estériles con barreras a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, para su posterior almacenamiento, con el fin de que se asegure la esterilidad comercial sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo



ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual puede ser comercializada a temperatura ambiente.

- **Leche adulterada:** La leche adulterada es aquella:

1. A la que se le han sustraído parte de los elementos constituyentes, reemplazándolos o no por otras sustancias.
2. Que haya sido adicionada con sustancias no autorizadas y,
3. Que por deficiencias en su inocuidad y calidad normal hayan sido disimuladas u ocultadas en forma fraudulenta sus condiciones originales.

- **Leche alterada:** Es aquella que ha sufrido deterioro en sus características microbiológicas, fisicoquímicas y organolépticas, o en su valor nutritivo, por causa de agentes físico-químicos o biológicos, naturales o artificiales.

- **Leche contaminada:** Es aquella que contiene agentes o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente.

- **Leche falsificada:** Es aquella que:

1. Se designe o expendi con nombre o calificativo distinto al que le corresponde.
2. Su envase rótulo o etiqueta contenga diseño o declaración ambigua, falsa o que pueda inducir o producir engaño o confusión respecto de su composición intrínseca y uso.
3. No proceda de los verdaderos fabricantes declarados en el rotulado del empaque
4. Que tenga la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada y que se denomine como este sin serlo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DE LA LECHE DE VACA





Los componentes de la leche se pueden dividir en dos grupos: aquellos que son elaborados por las células de la glándula mamaria, como lo son la lactosa, caseína y grasa y aquellos componentes del plasma sanguíneo que pasan a la leche sin ser modificados en su calidad, pero si en su cantidad, como cloruros, fosfatos, albúmina y globulina.

AGUA: En la fase acuosa se encuentra en solución la lactosa, las sales minerales principalmente de sodio y potasio, las vitaminas hidrosolubles; y en suspensión la grasa, la caseína y ciertas sales minerales como los fosfatos de calcio y magnesio.

GRASA: Este componente se encuentra en forma de glóbulos, recubiertos de una membrana constituida por proteínas y fosfolípidos, esta grasa está constituida en peso, por 12,5% de glicerol y 85,5% de ácidos grasos como el ácido butírico, en la fase grasa de la leche se hallan, en pequeñas cantidades, otros compuestos como son: fosfolípidos, de los cuales el más importante es la lecitina en un 0,03%; esteroides, entre los que se destaca el colesterol en proporción de 0,015% y los tocoferoles (vitamina E), carotenoides y vitaminas A y D.

CARBOHIDRATOS: La lactosa es un disacárido conformado por (una molécula de glucosa y una de galactosa) predominante de la leche y no se encuentra en ningún otro alimento. En el intestino la lactosa favorece el desarrollo de las bacterias formadoras de ácido que pueden estar presentes; el medio generado por estas inhibe la proliferación de organismos indeseables que producen putrefacción, y facilita la absorción del calcio y la utilización de la vitamina D.

PROTEÍNAS

- **Insolubles:** El 80% del contenido proteico de la leche está constituido por caseína; esta se encuentra presente como una sal de calcio y esta probablemente dispersa formando un complejo coloidal con el fosfato de calcio. Es insoluble en agua y se puede precipitar acidificando a pH 4.6 (punto isoeléctrico), gracias a una sustancia ácida como el ácido láctico cuando se agria la leche o por medio de enzimas proteolíticas; entre las más utilizadas esta la renina, presente en el estómago de terneros, este tipo de acidificaciones son la base de los productos comerciales para la elaboración de quesos. Desde el punto de vista nutricional, la caseína suministra a la dieta los aminoácidos esenciales como lisina 78 mg/g de leche y triptófano 14 mg/g de leche, en metionina es limitante, pero las diferentes fracciones de lactoalbúmina y lactoglobulina son ricas en ella.

- **Solubles:** No se precipitan al acidificar la leche y están presentes en el suero, este contiene las proteínas lactoalbúmina y lactoglobulina que coagulan al ser sometidas al calor. La lactoglobulina comprende un conjunto de globulinas como euglobulina y la pseudoglobulina,



portadoras de los anticuerpos que protegen al ternero contra microorganismos patógenos; el colostro es más rico en globulinas que la leche. Existen además en la leche, trazas de material nitrogenado no proteico, probablemente subproductos del metabolismo; algunos de estos compuestos son: urea, ácido úrico, amoníaco y creatina.

MATERIAL MINERAL: Los minerales se encuentran en la leche principalmente en forma de fosfatos, citratos de potasio, calcio, sodio y magnesio. Además, se encuentran en pequeñas cantidades de cobre, manganeso, zinc, potasio, cloro, fósforo y trazas de muchos otros elementos. La presencia y cuantía de minerales hacen que la leche sea considerada como buena fuente de estos nutrientes; sin embargo, es importante destacar la deficiencia de hierro, hecho que debe tenerse en cuenta en los casos de dietas suplementarias a base de lácteos. Un tercio del mineral está en solución acuosa y la cantidad restante en suspensión coloidal combinado con la caseína, el fósforo y los citratos. Su absorción en el tracto intestinal se ve favorecida por el medio ácido, y por la presencia en la leche de grasa y vitamina D. El contenido de calcio y fósforo en la leche se mantienen aproximadamente constante, aun cuando la dieta del animal sea deficiente en este mineral debido a la capacidad de su organismo para transferirlo de sus huesos hacia la leche.

VITAMINAS: La leche contiene todas las vitaminas requeridas por la dieta humana, algunas en abundancia otras en pequeñas cantidades, se destaca la riboflavina por presentar las mejores cantidades, siguen en orden cuantitativo la vitamina A, la tiamina con muy buenos contenidos, la vitamina D presenta contenidos relativamente bajos. Se puede considerar la leche como un alimento pobre en niacina, ácido ascórbico y vitamina E. la riboflavina, la tiamina y demás vitaminas del complejo B, al igual que la vitamina C, por ser hidrosolubles, se encuentran en la fase acuosa de la leche y por lo tanto se presentan solamente en aquellos derivados lácteos que incluyen la fase acuosa, como son el yogur y el kumis. En general, los contenidos de vitamina C y de vitaminas del complejo B sufren muy pocas fluctuaciones de acuerdo con las variaciones de la dieta del animal; la vitamina C es sintetizada por la vaca en el intestino delgado, y el complejo B en la flora del rumen. Los contenidos de vitamina A y su precursor caroteno, lo mismo que los de vitamina D, sí son muy sensibles a las variaciones en la dieta; tienden a ser mayores cuando el animal tiene a su disposición pastos verdes y posibilidad de tomar sol, por lo cual en las zonas templadas del globo estas vitaminas presentan incrementos notorios en las épocas de verano. Los carotenos comunican a la grasa de la leche su típico color amarillento y dependiendo de la raza de la vaca, cambia su habilidad para transformarlos en vitamina A, antes de ser segregados a la leche. Puesto que la vitamina A, los carotenos y la vitamina D se encuentran en la fase grasa, los contenidos de esas vitaminas en los diferentes derivados lácteos dependerán del contenido final de grasa de cada producto, la tiamina y la vitamina C son sensibles a los tratamientos térmicos, esta



termosensibilidad hace que en la pasteurización se presenten pérdidas del orden del 20% y en otros procesos más drásticos, como deshidratación y esterilización, las pérdidas asciendan a valores mucho mayores, la riboflavina, aunque muy poco sensible al calor, es afectada por la acción de la luz, especialmente solar directa; por causa, las pérdidas pueden ascender a niveles del 80%.

ENZIMAS: En la leche cruda están presentes varios grupos de enzimas, que, de no ser tratadas adecuadamente en la manipulación del producto, pueden influir en el desarrollo de cambios desfavorables en su aroma. En la leche, la presencia de algunas enzimas, o los contenidos anormalmente altos de otras, son indicio de algunas enfermedades de los animales de donde proceden, en muchos casos de leches procesadas, algunas enzimas son utilizadas como indicadores de tratamientos inadecuados o insuficientes. Entre las enzimas de mayor relevancia en la leche se pueden mencionar.

– *La alfa-amilasa:* esta enzima presenta valores anormalmente altos cuando la leche procede de animales afectados de mastitis; se inactiva por calentamiento a 45°C-60°C, durante 30 minutos.

– *Catalasa:* se presentan normalmente en bajas cantidades, pero su contenido se ve incrementado en el calostro y en leches de animales afectados de mastitis. Se inactiva a temperaturas de 65°C

– *Lipasa:* esta enzima se destruye a la temperatura de pasteurización. Es responsable, bajo ciertas condiciones, de la liberación de los ácidos grasos de la grasa de la leche, cuyo aroma rancio característico, aunque deseable en ciertas variedades de queso, no se admite en la leche y otros de sus derivados; esta acción se hace más sensible en la leche homogenizada, debido al mayor número de glóbulos de grasa presentes y a la mayor superficie expuesta a la acción de la enzima.

– *Fosfatasa:* En la leche se encuentran dos fosfatasa sobre la superficie de los glóbulos de grasa: una alcalina, que presenta su nivel máximo de actividad a pH 9.65 y en menor cantidad, una fosfatasa ácida, activa a pH 4.0. la presencia de fosfatasa alcalina en leches pasteurizadas se utiliza como evidencia de procesamiento deficiente, ya que los tiempos y temperaturas indicados para pasteurización, cuyo principal objeto es destruir las bacterias de la tuberculosis, deben inactivar la enzima.

– *Peroxidasa:* Esta enzima es muy resistente al calor y requiere para su inactivación condiciones más drásticas que las señaladas para pasteurización.



Para efectos de análisis, los constituyentes de la leche se agrupan de la siguiente forma:

G: % de grasa	3.6 %
S.N.G. % de sólidos no grasos: % de proteína+ % de lactosa + % de cenizas	8.7%
S.T. % de sólidos totales. G + S.N.G	12.3

Adulteraciones

Entre las adulteraciones más comunes se encuentran la adición de agua, lo que trae como consecuencia la disminución del valor nutritivo o la posible contaminación según el agua utilizada, la sustracción de grasa siendo el fraude más difícil de detectar, la adición de colorantes amarillos para hacer parecer la leche más rica en grasa, la adición de espesantes para aumentar la consistencia, la adición de sustancias neutralizantes de la acidez, finalmente la adición de agentes antimicrobianos con el objeto de prolongar el tiempo de vida útil del producto o detener procesos de alteración ya iniciados y otras no tan comunes como la adición de leche de otras especies, o contaminación por radioactividad, antibióticos, pesticidas, detergentes, tierra e impurezas, al ser ingeridas, absorbidos por el animal en alimentos o medicamentos o mal manejo de la leche en la planta.

4.1 ANÁLISIS DE LECHE

Las determinaciones que se realizan comúnmente en el análisis químico de la leche permiten comprobar si sus valores corresponden a las características de composición genuina para poner al descubierto alteraciones y adulteraciones o fraudes, tipo de tratamiento térmico a que fue sometida; indicando entre ciertos límites establecidos por normas el estado de conservación y pureza. Los métodos analíticos para el control de la leche se pueden dividir en varios grupos, según el fin que persiguen.

- I. Investigación del aguado y descremado, algunas pruebas empleadas para tal fin son (densidad, peso específico, peso específico del lactosuero, índice crioscópico o punto de solidificación, extracto seco o sólidos totales, estrato desgrasado, materia grasa y constante molecular simplificada (C.M.S) equilibrio osmótico entre la lactosa y los cloruros.)
- II. Reconocimiento de las condiciones higiénicas y del estado de conservación de la leche, por medio de pruebas tales como (potencial hidrogeno, acidez, grado de limpieza, prueba del alcohol, prueba de leucocitos de trommsdorff, índice de cloro-lactosa, prueba de la catalasa, reductasa o resazurina. Identificación de conservantes, antisépticos y neutralizantes que son sustancias utilizadas para



enmascarar adulteraciones (harinas, almidones, albúmina, etc.) o sustancias antisépticas (ácido bórico, bórax, ácido salicílico, formaldehído, ácido benzoico, hipocloritos, cloraminas, agua oxigenada, etc.) para asegurar su conservación o bien de sales alcalinas (carbonato o bicarbonato de sodio) para retardar o corregir su fermentación, son identificadas cualitativamente por reacciones características ya conocidas.

- III. Control del tratamiento térmico de la leche debida a reacciones con enzimas como la reacción del guayacol, según Dupouy, prueba de Benjen y Böhm, reacción de Schern-Gorli, siendo las más reconocida la prueba de la fosfatasa.
- IV. Análisis bacteriológico para microorganismos específicos. Las características organolépticas normales que deben presentar una buena leche e igualmente, aquellas que indican una alteración de su condición normal, se muestran a continuación:

Color		Olor		Sabor	
Blanco amarillento	Normal	Normal	Variable según la especie y raza	Dulce	Normal
Blanco	Leche descremada	Fuerte	Pútrido	Ácido	Leche mal conservada
Amarillento	Calostro o de origen microbiano	Indefinido	Lesiones mamarias	Amargo	Por alimentación del ganado con centeno maduro, etc. b. De origen bacteriano
Azulada	Aguada o microbiana	Estiércol	Ordeña poco higiénica	Salado	a. Calostro o al final de la lactancia. b. Lesiones mamarias
Rosado	Sangre o microbiano				
Gris	Tierra o estiércol				



4.1.2 Índice crioscópico o punto de solidificación

En la leche este índice depende casi exclusivamente de su contenido en sustancias disueltas, o sea, en lactosa y sales, ya que las proteínas y la grasa, por su dispersión coloidal, no tienen influencia. El punto de solidificación de la leche normal varía solo entre límites estrechos, o sea, de $0,53^{\circ}\text{C}$ a $0,57^{\circ}\text{C}$ (promedio $0,55^{\circ}\text{C}$). Entre las causas que pueden variar el punto de solidificación estarán solo circunstancias que pueden modificar la concentración de las sustancias disueltas y que son ante todo enfermedades de las ubres o tuberculosis del ganado lechero, que por su mayor producción de cloruro de sodio en la leche hacen que el descenso crioscópico se haga mayor, obteniéndose cifras superiores a $0,57^{\circ}$, el mismo efecto producen sales extrañas (bicarbonato). En cambio, la adición de agua produce menor descenso de $0,53^{\circ}\text{C}$ a 0°C , por disminuir naturalmente la concentración de las sustancias disueltas. La determinación se efectúa, disponiendo de un sistema adecuado de refrigeración, ya sea a base de evaporación de éter (crioscópico de Horvet) o de una mezcla de sal y hielo (crioscópico de Gerber), hasta alcanzar -3°C en el baño de enfriamiento en el cual se sumerge un termómetro de precisión en centésimas de grado, de tal forma que el bulbo de mercurio quede bien sumergido y sin tocar las paredes de la probeta, se empieza a mover el agitador de la leche (y también de la mezcla frigorífica o el paso de aire por el éter según el método) en tal forma que el anillo del agitador alcance casi la superficie de la leche, unas 30 veces por minuto. Se observa continuamente la caída de la columna de mercurio y una vez que haya descendido $0,5^{\circ}\text{C}$ a 1°C por debajo del probable punto de congelación, se inicia la solidificación por adición de un cristalito de leche sólida del tamaño de un chícharo para romper el sobre-enfriamiento. Cuando empieza el rápido ascenso del mercurio se deja agitar y solo cuando se aproxima a su punto más alto, se vuelve a mover lentamente el agitador unas 2 a 3 veces. Durante el ascenso del mercurio debe golpearse suavemente la parte superior del termómetro, por lo menos durante un minuto y se hace la lectura.

MATERIALES

Algodón

1 Baño maría

2 Bureta

1 Butirómetro

1 Capsula de porcelana

1 Centrifuga

1 Crisol

1 Equipo para filtrar

1 Erlenmeyer de 250 mL

1 Estufa

3 Goteros



Butirómetro, para determinación de grasa en leche.



1 Lactodensímetro
1 Matraz aforado de 500 mL
1 Mufla
Papel filtro
1 Pinza para bureta
1 Pinza para crisol
1 Pinza para tubo de ensayo
2 Pipeta graduada de 10 mL estéril
Pipeta graduada de 1 mL
2 Pipeta graduada de 10 mL
1 Pipeta volumétrica de 11 mL
1 Pipeta volumétrica de 1 mL
1 Pipeta volumétrica de 10 mL
1 Pipeta volumétrica de 2 mL
1 Pipeta volumétrica de 20 mL
1 Pipeta volumétrica de 25 mL
1 Pipeta volumétrica de 5 mL
1 Probeta 50 mL
1 Soporte universal
1 Termómetro
5 Tubo de ensayo
1 Tubo de ensayo estéril
2 Varilla de vidrio
2 Vaso de precipitado de 250 mL
2 Vaso de precipitados de 100 mL
1 Vaso de precipitados de 50 mL

REACTIVOS

Acido nítrico 1N
Acido sulfúrico para Gerber
Alcohol al 68% en peso
Alcohol amílico puro
Alizarina en etanol al 0.05%
Almidón
Azul de metileno
Bilis de Buey al 1%
Dicromato de potasio al 10 %
Fehling A



Fenolftaleína 1%
Formol en solución comercial al 30% en peso
1,4-fenilendiamina
Guayacol al 1%
HCl concentrado
NaOH 0,1N
NaOH al 2%, 10% y 0.14N
Nitrato de plata 0,1N y 1% Amarillo
Oxalato de potasio al 28%
p-nitrofenilortofosfato disódico 0,15% w/v
Peróxido de hidrogeno al 12%
Solución saturada de alumbre férrico
Soluciones buffer de pH 4,0 y 7,0
Sulfato de cobalto al 5%
Sulfocianuro de amonio 0,1N
Yodo 0.05%
Yoduro de potasio

PROCEDIMIENTO

Tratamiento de la muestra: Antes de tomar porciones para el análisis, llevar la muestra o aproximadamente a 20°C y mezclar por trasvase a otro recipiente limpio, repitiendo la operación hasta asegurar una muestra homogénea. Si no han desaparecido los grumos de crema, tibar la o o muestra en baño de agua hasta casi 38 C mezclar y luego enfriar a 15-20°C. Para cualquier determinación debe llevarse la muestra a esa temperatura antes de pipetear.

4.1.3 Densidad (D) La determinación de la densidad es de gran importancia porque si no está absolutamente de acuerdo con los valores establecidos por la ley se podría pensar en una posible falsificación o adulteración, valores por debajo de lo establecido indican aguado de la leche y caso contrario indican descremado de la leche. La densidad o más exactamente el peso específico de la leche a 15 C está entre 1.029 y 1.033 pero varía con relación a la cantidad de grasa y depende de la estación del año, la raza y la edad de la vaca, para leche descremada se tienen valores entre 1,034-1,036 y para el calostro 1,050-1,080.

- Verter suavemente la leche preparada para el análisis en una probeta ancha, evitando la formación de espuma e incorporación de aire.
- Dejar unos minutos hasta que la temperatura se estabilice.



- Tomar el lactodensímetro por el extremo del vástago introduciéndolo de modo que ocupe la parte central del líquido y dando un leve movimiento de rotación (para que no se pegue a las paredes de la probeta, puesto que se tendría una lectura errónea).
- Cuando la temperatura sea estable, se lee la densidad o se espera a que alcance el nivel correspondiente, cuidando de que el visual enrase con la superficie libre de la leche. Si la temperatura se encuentra entre un rango de (10-20) °C, por cada grado sobre 15°C se suma al resultado de la densidad leída, un valor de 0,0002.

4.1.4 Cenizas

Se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento.

4.1.5 Extracto Seco o Sólidos Totales (ES)

Lo constituye el residuo remanente de la evaporación de las materias volátiles de la leche a la temperatura de ebullición del agua. El extracto seco comprende materia grasa, azúcar, proteínas, sales minerales y vitaminas, para la leche entera debe ser mínimo 11.3 g% w/w.

- Tarar la cápsula de porcelana
- Agregar 5 mL de leche con una pipeta volumétrica.
- Evaporar en baño de agua hirviente durante 10-15 minutos, exponiendo a la acción del vapor la máxima superficie posible del fondo del recipiente.
- Colocar luego en estufa a 98-100°C secando hasta que se obtenga peso constante (lo cual podrá requerir 3 o más horas).
- Enfriar en desecador antes de pesar.
- Referir el residuo a % en peso de muestra, reportándolo como "Sólidos Totales".

Los sólidos totales también pueden obtenerse a partir de la densidad y el contenido graso aplicando la fórmula de Richmond modificada:

$$ES = 250(D-1) + 1.22G + 0.72$$

ES: Extracto seco

D: Densidad de la leche a 20°C

G: Porcentaje de materia grasa en la leche



4.1.6 Materia Grasa (Método de Gerber)

La materia grasa en leche puede variar de menos de 3% a más de 6%, dependiendo de la raza, la alimentación, etc...

Esta se encuentra emulsificada en forma de glóbulos grasos de un tamaño de 0.1 a 6 micras. Este método consiste en la separación de la materia grasa por disolución en ácido sulfúrico de todos los otros componentes de la leche, seguido de centrifugación en tubos especialmente calibrados también emplea alcohol amílico que ayuda a romper la emulsión de las grasas y previene la carbonización de las mismas.

- Medir con pipeta 10 mL del H₂SO₄ para Gerber e introducirlos en el butirómetro evitando mojar las paredes internas del cuello. Cuando se trata de butirómetro grande se utilizan 17,5 mL de ácido.
- Agregar 11 mL de leche con la pipeta correspondiente, lentamente por las paredes para evitar reacción con el ácido, agregar 1 mL de alcohol amílico de seguridad. Cuando sea butirómetro grande utilizar 17,6 mL de leche.
- Tapar el butirómetro con el tapón especial correspondiente, y agitar en forma efectiva pero con cuidado (lentamente primero y finalmente más fuerte), teniendo en cuenta que se produce una fuerte elevación de temperatura, es recomendable envolver el butirómetro en una tela.
- Poner el butirómetro en un baño de agua a 65° – 70° C por 15 minutos, con el tapón hacia abajo.
- Retirarlo del baño y secarlo exteriormente.
- Centrifugar de 10 minutos.
- Llevarlo al baño maría, por 4-5 minutos hasta que la separación de grasa quede bien nítida y leer inmediatamente el espesor de la capa de grasa acumulada en la parte superior calibrada del butirómetro. Para ajuste adecuado del tapón de cierre, se puede hacer coincidir la base de la columna de grasa con el cero de la escala. Leyendo a la altura del menisco de la columna de grasa se lee directamente el % (w/v) de la grasa en leche. Si no es posible ajustar la superficie inferior de la columna de grasa a cero, se ajusta a la marca del % completo más próxima y se tiene en cuenta al efectuar la lectura del menisco superior.



Posibles errores en la medición.

Defectos de la columna	Posible causa
Muy oscura y/o contenido de partículas carbonosas	Exceso de ácido o ácido muy fuerte. Temperatura de la leche y/o del ácido muy alto. Adición de ácido violentamente. Mezcla incompleta o retardada.
Muy clara y/o contenido de partículas de cuajada	Cantidad insuficiente de ácido. Ácido débil. Temperaturas bajas de la leche y/o ácido. Agitación insuficiente o inadecuada que produce disolución incompleta de las proteínas.
Con apariencia turbia (lechosa)	Butirómetro sucio. Agua dura

4.1.7 Extracto Seco No Graso (ESD)

Los sólidos no grasos pueden obtenerse a partir de la siguiente fórmula:

$$ESD = 250(D-1) + 0.2G + 0.1$$

ESD: Extracto seco desengrasado o sólidos no grasos

D: Densidad de la leche a 20°C

G: Porcentaje de materia grasa en la leche

O restando el porcentaje de grasa al valor de sólidos totales o extracto seco.

4.1.8 Acidez

La acidez expresada como ácido láctico debe ser de 0.14-0.19 g/100 mL. La leche fresca, en estado normal, no contiene prácticamente ácido láctico. Se determina la acidez total por titulación con un álcali normalizado, en leche fresca el volumen consumido de álcali es debido prácticamente al CO₂ disuelto y a los fosfatos ácidos, proteínas (principalmente caseína) y citratos ácidos contenidos en la leche. El ácido láctico producido durante el "agriado", se debe fundamentalmente a la acción de microorganismos del tipo de los estreptococos lácticos.

- Medir con pipeta aforada 20 mL de la muestra (de densidad conocida) o pesar aproximadamente 20 g en un erlenmeyer de 250 mL.
- Añadir aproximadamente 2 mL de solución alcohólica de fenolftaleína.
- Titular con NaOH 0.1N hasta aparición de color rosa débil persistente (debe mantenerse por 1 minuto).



- Expresar los resultados en % de ácido láctico por muestra en peso.

Peso Equivalente del ácido láctico: 90 g/EQ.

$$\% \text{ del ácido láctico} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{Peso equivalente ácido láctico} \times 100}{V_{\text{muestra}} \times 1000}$$

Para expresar la acidez en grados Dornic (que es la forma corriente en que se expresa en la industria láctea), se multiplica por 100 la cifra correspondiente al ácido láctico % de muestra (peso / volumen).

4.1.9 Valoración de cloruros (Método Cuantitativo)

Sirven también para identificar enfermedades de la glándula mamaria, como la mastitis, debido a que si pierde la capacidad de elaborar los elementos característicos de la leche (Lactosa, caseína), actuara como un simple filtro, dejando pasar la linfa sin transformarla. Es por esto que los cloruros aumentan considerablemente para mantener la isotonía, al disminuir la lactosa y la caseína. O es adicionada cuando al existir una adulteración por aguado se desea enmascarar dicha adulteración si se realiza el método crioscópico.

- Tomar 25 mL de leche y llevar a un matraz aforado de 500 mL. Adicionar 400 mL de agua.
- Agregar 10 mL de Fehling A y 8.8 mL de NaOH al 2 %.
- Enrasar, agitar y dejar sedimentar el precipitado para filtrar.
- A 100 mL de filtrado adicionar NaOH hasta viraje del tornasol, luego acidular con HNO₃
- Agregar 5 mL de AgNO₃ 0.1 N en exceso. Calentar para mejor coagulación del precipitado. Después de frío agregar 5 mL de solución saturada de alumbre férrico. Titular el exceso del AgNO₃ con sulfocianuro de amonio 0.1 hasta color rosado estable. Cada mL de AgNO₃ 0.1 de exceso equivale a 0.00355 gramos de cloruro.

4.1.10 Ensayo del Azul de Metileno (prueba de la reductasa)

Evalúa la cantidad de bacterias en la leche y por lo tanto la calidad de su conservación. La prueba depende de que la actividad reductora de los microorganismos y de las sustancias reductoras de la leche logre un descenso del potencial redox y este cambio se valora visualmente mediante la reducción del azul de metileno. Es una prueba más rápida que los métodos de conteo de placas y sus resultados son más reproducibles.



- En un tubo de ensayo ancho (aproximadamente 3-4 cm de diámetro y esterilizado), verter 10 mL de leche con pipeta graduada estéril tratando de no mojar el costado de la parte interior del tubo.
- Agregar con pipeta estéril 1 mL de la solución de azul de metileno, evitando que la punta de la pipeta entre en contacto con la leche.
- Con precaución, agitar suavemente hasta conseguir homogeneidad completa, tapan el tubo con un algodón.
- Colocar el tubo en baño de agua a 37-38°C cuidando que el nivel del agua del baño exceda al de la leche en el tubo manteniendo uniforme la temperatura tanto como sea posible. Evitar la exposición de los tubos a iluminación excesiva, en especial resguardar de la luz solar.
- Observar el tiempo necesario para que se produzca la decoloración. Se considerará alcanzada la misma cuando todo el contenido del tubo se haya decolorado, o bien, se haya decolorado hasta unos 5 mm de la superficie. Unas trazas de color que suelen producirse en el fondo del tubo de ensayos pueden ser ignoradas mientras que no se extiendan hacia arriba más de 5 mm.
- Como criterio de comparación que indique cuando puede considerarse completa la decoloración, puede usarse un tubo control que puede prepararse sumergiendo en agua hirviente durante 5 minutos, un tubo de ensayo similar, conteniendo 10 mL de la muestra (u otra leche de color y contenido graso similar) y 1 mL de agua corriente.
- Con base al tiempo transcurrido hasta la decoloración, se puede concluir sobre el estado de conservación y pureza de la muestra, lo siguiente:
 1. Leche muy mala: Si no se conserva el color por más de 20 min.
 2. Leche mala: Si conserva el color de 20 min. a 2 horas.
 3. Leche calidad mediana: Si conserva el color por 2 a 5 1/2 horas.
 4. Leche de primera calidad: Si conserva el color más de 5 1/2 horas.

4.1.11 Prueba de la Fosfatasa (cualitativo)

Las fosfatasas son enzimas que se encuentran en la leche cruda y que se destruyen a la temperatura de pasteurización. La leche se incuba con p-nitrofenol disódico en condiciones alcalinas, el cambio de color a amarillo indica la presencia de fosfatasa.

- Tomar dos tubos de ensayo y colocar en cada uno 1 mL de la solución de p-nitrofenilortofosfato disódico.
- Tapar los tubos y colocarlos al baño maría a 37°C durante algunos minutos (5 minutos).
- Agregar al primer tubo 1 mL de muestra y al segundo tubo 1 mL de leche cruda, utilizando para cada uno pipetas diferentes. Este último se destina como testigo.
- Colocar los tubos al baño maría a incubar durante 2 horas a 37°C.



- Observar el color desarrollado en el primer tubo: Si el color se mantiene inalterado (color blanco) la leche fue bien pasteurizada. Si la leche no fue pasteurizada o lo fue insuficientemente, el primer tubo se coloca de amarillo de intensidad variable que depende de la cantidad de fosfatasas presente en la leche. En el segundo tubo el color debe ser siempre amarillo. En caso contrario se presume que el reactivo no sirve y debe prepararse nuevamente.

4.1.12 Prueba de Alcohol (cualitativo)

Esta prueba determina la estabilidad de la leche al calor. Si se tiene la formación de grumos al mezclarse el alcohol con la leche, indica que es una leche que no es apta para someterla a altas temperaturas.

- Mezclar en tubo de ensayo 5 mL de alcohol al 68% en peso ó 75% en volumen + 5 mL de leche. Agitar durante un minuto fuertemente. Durante 1 o 2 horas no deberá presentarse grumos en las paredes del tubo de ensayo para una leche fresca y bien conservada.

4.1.13 Presencia de Almidón y Harinas (cualitativo)

- Mezclar bien la muestra de leche y tomar 5 mL en un tubo de ensayo.
- Calentar el tubo hasta llevar el líquido a ebullición.
- Enfriar rápidamente en un baño de agua.
- Agregar 2 gotas de solución de yodo al 0.05%. La presencia de almidón o harinas se evidencia por la aparición de una coloración azulada.

4.1.14 Presencia de Azúcar (cualitativo)

Puesto que el glúcido predominante de la leche es la lactosa, la presencia de sacarosa en la muestra analizada será proveniente de adulteración, que al igual que los cloruros, se añade con el fin de enmascarar la adulteración por agua

- Tomar en un tubo de ensayo 4 gotas de leche.
- Adicionar 4 gotas de bilis de buey al 1%.
- Adicionar 3 mL de HCl concentrado.
- Mezclar y llevar el tubo a baño maría a 50°C durante 5 minutos.

Azúcar (+) = color rojo-negro. Prueba positiva

Azúcar (-) = Color rosa débil. Prueba negativa



4.1.15 pH

La leche fresca tiene normalmente un pH 6.3 a 6.5 y la leche de consumo de 6.4 a 6.7. esta determinación que se realiza con un potenciómetro tiene especial interés para el reconocimiento de leche de animales enfermos, observándose en la mastitis infecciosa, por ejemplo, un cambio del pH a 7.3 a 7.5, mientras que una leche francamente ácida presenta un pH de 6.0.

- Calibrar el medidor de pH con los buffer indicados.
- Medir directamente el valor del pH de la muestra de leche. Si el equipo no posee compensación automática de temperatura aclimatar la muestra a 20°C y reportar el valor obtenido.

4.1.16 Identificación de Hipocloritos, cloraminas, dióxido de cloro (cualitativo)

- En un tubo de ensayo colocar 2 mL de leche. Adicionar 1 mL de ácido clorhídrico diluido y 1 mL de solución de yoduro de potasio y 0,5 mL de solución de almidón y agitar.

Una coloración azul indica la presencia de cloro disponible debido a hipocloritos, cloraminas, dióxido de cloro o de agua oxigenada.

4.1.17 Identificación de neutralizantes en leche (cualitativo)

La prueba permite identificar neutralizantes como Carbonatos o Bicarbonato Sódico, Amoníaco, Hidróxido de Sodio, entre otros, que se le añaden a la leche para neutralizar el ácido láctico, cambiando así la composición natural de la leche y por ende su calidad.

- Adicionar a 2 tubos de ensayo 2 mL de leche.
- Adicionar a un tubo 1 gota de hidróxido de sodio al 10% (Este tubo servirá para comparar)
- Añadir 3 ml de solución de alizarina en etanol al 0.05% a ambos tubos, agitar nuevamente y observar el color formado.

La aparición de un color rojo – violeta indica prueba positiva para Hidróxido de sodio.

4.1.18 Análisis de dicromato de potasio en leches (cualitativo)

- Adicionar a 2 tubos de ensayo 1 mL de leche.
- Adicionar a un tubo 1 gota de dicromato de potasio al 10% (Este servirá para comparar)
- Añadir 2 mL de Solución Nitrato de Plata al 1% en ambos tubos, agitar nuevamente.



La aparición de un color amarillo - naranja indica prueba positiva para Dicromato de Potasio.

4.1.19 Presencia de peróxido de hidrogeno en leches (cualitativo)

El Peróxido de Hidrógeno o agua Oxigenada es un agente oxidante, blanqueador y antiséptico que se descompone rápidamente en agua y oxígeno, en presencia de la catalasa.

- Adicionar a 2 tubos de ensayo 10 mL de leche.
- Adicionar a un tubo 1 gota de peróxido de hidrogeno al 12% (Este servirá para comparar)
- Añadir 2 mL de solución de guayacol al 1% en ambos tubos.

La aparición de un color salmón indica que la prueba es positiva para Peroxido de Hidrogeno.

4.1.20 Prueba de la peróxidasa cualitativo)

La enzima de la peroxidasa descompone el peróxido de hidrogeno. El oxígeno atómico liberado oxida el 1,4-fenilendiamina cambiando el color a púrpura como indofenol. La intensidad del color es proporcional a la concentración de la enzima.

- Adicionar 5 mL de leche a un tubo de ensayo.
- Adicionar 5 mL de una solución 1,4-fenilendiamina.
- Adicionar 2 gotas de solución de peróxido de hidrogeno y agitar bien.
- Observar el color producido por 30 segundos.

Si el color permanece durante 30 segundos indica prueba positiva.

4.1.21 Proteína del (Método formol)

La leche de vaca contiene de 3-3,5 por ciento de proteínas, distribuida en caseínas, proteínas solubles o seroproteínas y sustancias nitrogenadas no protéicas. Son capaces de cubrir las necesidades de aminoácidos del hombre y presentan alta digestibilidad y valor biológico. Además del papel nutricional, se ha descrito su papel potencial como factor y modulador del crecimiento. El formol fija los grupos NH de las proteínas, liberando así los grupos carboxilos que se titulan con 2 soda.

- Introducir en dos vasos de precipitado de 250 mL, 25 mL de leche y 1 mL de oxalato de potasio.
- Uno de los vasos servirá para preparar el testigo para el color de referencia (T), el otro será el ensayo para la dosificación de proteínas (E).



- Agregar T 0.5 mL de solución de sulfato de cobalto al 5% (este en estándar de referencia se conserva máximo por tres horas).
- Introducir en E 0.25 mL de fenolftaleína en solución al 2% en alcohol de 96% y llevar a la coloración rosa estándar para la solución de soda 0.14 N.
- Agregar enseguida 6 mL de formol. Agitar y esperar un minuto.
- Llevar al tinte rosa mediante la soda. - El contenido de proteínas en 100 mL de leche, está dado directamente por el número de mL de soda necesario para llevar la leche al tinte rosa después de añadir el formol.
- El resultado se expresa en proteínas en un litro de leche.

COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Tipo de leche	Humedad (g)	Cenizas(g)	Proteína (g)	Calcio (mg)
Leche entera pasterizada de vaca	89.5	0.7	3.4	120

CUESTIONARIO

- Investigar los métodos que se utilizan para determinar la materia grasa en derivados lácteos (helados, mantequilla, queso, yogurth)
- Explicar claramente el principio en el que se basan la prueba de la reductasa y la fosfatasa.
- ¿Cuáles son las principales adulteraciones que se pueden presentar en la leche fresca?
- ¿Cuáles son los preservativos más comunes adicionados a la leche y cuál es su finalidad?
- ¿Por qué se adicionan espesantes a la leche?
- ¿Qué recomendaciones se podrían dar a los productores lácteos para el manejo y transporte higiénico de la leche?
- Elaborar una lista de todas las pruebas de plataforma que se utilizan en la industria para la evaluación del control de calidad lácteo.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
Facultad de Química Farmacéutica Biológica
Manual de Análisis de Alimentos



- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.

UNIDAD 5

5.1 ANALISIS DE VINOS O BEBIDAS ALCOHOLICAS

Duración 9h.

OBJETIVOS

- Evaluar la calidad de una muestra de vino, por medio de técnicas de análisis fisicoquímicos oficializadas.
- Investigar las normas en lo que se refiere a bebidas alcohólicas y concluir sobre la calidad de la muestra analizada.

INTRODUCCIÓN

Vino es producto resultante de la fermentación alcohólica normal del mosto de uvas frescas y sanas o del mosto concentrado de uvas sanas, sin adición de otras sustancias y con una graduación mínima de 10° alcoholimétricos.

Composición

Un vino está compuesto por agua (~80%) y alcohol (del 12 al 18% v/v), de este último valor es donde se origina la fuerza del vino. El contenido alcohólico procede casi en su totalidad de la fermentación del jugo de fruta. También contiene glicerina (originada durante la fermentación), aldehídos y ésteres (formados durante el añejamiento natural), azúcares (azúcar de frutas: fructosa), ácidos orgánicos (constituyen la acidez fija y la acidez volátil), taninos (directamente de la semilla de uva), materias colorantes (directamente de la uva), gomas (materias pépticas de origen vegetal), sustancias nitrogenadas (en forma de nitratos) y sustancias minerales (K, Na, Mg, cloruros y sulfatos).

El análisis del vino puede encaminarse a los siguientes fines

- Establecer su valor comercial.** En este caso tendrá gran importancia el examen de sus caracteres organolépticos y la determinación de algunos de los principales componentes como por ejemplo alcohol, extracto, azúcares (para los vinos dulces), acidez, colorantes.
- Establecer si el vino es normal o ha sufrido alteraciones por defecto de las materias primas empleadas (uvas malas, no maduras, invadidas de parásitos, etc.) o por prácticas enológicas erróneas, o por conservación defectuosa. En este caso además del examen



organoléptico y del examen microscópico se deberá recurrir a la determinación de los componentes normales del vino.

- c. Establecer si el vino ha sido adulterado de modo que no se pueda admitir como genuino. La adulteración puede afectar a los componentes naturales del vino y entonces es necesario reconocer si estos componentes están contenidos en los límites justos y normales y en las proporciones correspondientes al tipo de vino que se examina. En estos casos será necesario recurrir a las determinaciones de glicerina, ácidos orgánicos, taninos, colorantes, fosfatos, cloruros, azúcares y sustancias extrañas, ácidos minerales libres y metales pesados como Ca y Ba.

MATERIALES

Alcoholímetro Gay Lussac	1
Baño María	1
Vaso pp de 100 mL	2
Vaso pp de 250 mL	2
Bureta 25 mL	1
Crisol de porcelana	1
Matraz EM 125 mL	1
Matraz EM 250 mL	1
Picnómetro	1
Pipeta graduada 10 mL	2
Pipeta volumétrica 25 mL	1
Probeta de 50 mL	1

REACTIVOS

Fenoltaleína 1% en etanol

Indicador de metil naranja

H₂SO₄ 0.1 N

NaOH 0.05 N

NaOH 0.1 N

PROCEDIMIENTO

El gas debe ser eliminado en las muestras de vino que lo contengan, transvasándolo a un vaso. Según su apariencia puede ser necesario filtrarlo. Debe determinarse inmediatamente



la densidad y aquellas sustancias susceptibles a variación como alcohol, azúcares y ácidos. En vinos tintos los virajes de color en las titulaciones son difíciles de observar, es recomendable entonces, que filtrar rápidamente el vino a través de carbón activo para decolorar (excepto para la prueba de azúcares).

EVALUACIÓN PRELIMINAR

Observar detenidamente la botella, su tapa, sus sellos, etiquetas y demás datos pertinentes. Registrarlos como datos básicos del producto. Una vez abierta la botella, sacar en una copa un volumen para percibir el olor, el sabor, el aspecto (limpidez), color, etc. Hacer las anotaciones respectivas.

5.1.1 DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO

Para la realización de este ensayo se requiere realizar una destilación previa. Por ello arme un montaje para la destilación simple de 100 mL de vino. La punta del codo de destilación debe quedar sumergida en el agua destilada para la recolección del destilado. Una vez se hayan destilado aproximadamente 70 mL se suspende la destilación y se afora este volumen a 100 mL con agua destilada.

5.1.2 MÉTODO DEL PICNÓMETRO

Pesar el picnómetro limpio y seco.

- Llenar el picnómetro con agua destilada, sin llevar al enrase y colocarlo durante varios minutos en un baño de agua a 20°C. Completar hasta el enrase y tapar cuidando de que no queden burbujas. Secar exteriormente y pesar.
- Vaciar el picnómetro, secarlo e introducir la muestra destilada de vino y efectuar la misma operación que en el paso anterior. Obtener el peso de vino contenido en ese volumen y dividirlo por el peso del agua a 20°C. Con este valor consultar en la respectiva tabla el porcentaje de etanol contenido.

5.1.3 MÉTODO DEL ALCOHOLÍMETRO

El alcoholímetro más usado es el de Gay Lussac graduado a 15°C, el cuál da alcohol en volumen (mL de etanol en 100 mL de líquido a 15°C).

- Limpiar y secar cuidadosamente el alcoholímetro
- Enfriar el vino hasta una temperatura de 15°C



- Verter suavemente el vino (es preferible utilizar la solución de vino destilada) en una probeta ancha, evitando la formación de espuma e incorporación de aire.
- Tomar el alcoholímetro por el extremo del vástago introduciéndolo de modo que ocupe la parte central del líquido y dando un leve movimiento de rotación (para que no se pegue a las paredes de la probeta, puesto que se tendría una lectura errónea)
- Se deja libre hasta que se sitúe en posición de equilibrio y se lee el punto de emergencia.
- Cuando la lectura no se ha podido hacer a la temperatura normal a que fue graduado el instrumento, sólo se obtiene el grado aparente del alcohol a la temperatura dada.
- Para dar el grado real se emplean tablas de correlación apropiadas.

En la práctica se expresa en alcohol etílico, aun cuando se mide el conjunto de alcoholes volátiles y ésteres.

5.1.4 CENIZAS

Las cenizas están constituidas principalmente por sales de potasio, sodio, magnesio, calcio, aluminio y hierro, provenientes de los ácidos carbónico, tartárico, fosfórico, sulfúrico, clorhídrico y silícico.

(Ir a determinaciones generales)

5.1.5 EXTRACTO TOTAL

Análisis cuyo residuo esta constituido por glicerina, taninos, bitartrato de potasio, colorantes y pequeñas cantidades de azúcares; a veces se aplica también en los aguardientes.

- Tomar 25 mL de vino con una pipeta volumétrica
- Colocar luego en estufa a 70°C secando hasta que se obtenga peso constante.
- Enfriar en desecador antes de pesar.
- La diferencia de peso, da el peso del extracto en la alícuota tomada. Expresar el porcentaje por 100 mL de muestra.

5.1.6 ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS

La alcalinidad de la ceniza es debida principalmente a los carbonatos formados durante la calcinación de las sales orgánicas del vino, especialmente al bitartrato de potasio.

- Pasar las cenizas a un vaso de pp con ayuda de agua caliente.
- Agregar 2 gotas de solución de metil naranja o metil púrpura y 50 mL de H₂SO₄ 0.1N



- Hervir suavemente por 5 min., agitando con frecuencia.
- Dejar enfriar y titular el exceso de ácido con solución 0.1N de NaOH.
- Expresar la alcalinidad en mL de álcali 1N por 100 mL de vino. Puede expresarse también como carbonato de potasio o como mL de H_2SO_4 0.1N requeridos para neutralizar las cenizas de 100 mL de muestra.

5.1.7 ACIDEZ TOTAL

Está constituida por ácidos orgánicos fijos (tartárico, málico, láctico y succínico) y ácidos volátiles (acético, butírico, fórmico y propiónico). El ácido carbónico se debe eliminar antes de efectuar la valoración de la acidez total.

- Pasar unos 50 mL de agua recién hervida y neutralizada a un erlenmeyer de 125 mL.
- Agregar 10 mL de vino blanco o 5 mL de vino oscuro.
- Titular en caliente con solución de NaOH 0.05N en presencia de fenofaleína. Anotar el volumen gastado.
- Calentar la solución de vino hasta cerca del punto de ebullición. Si hay ácido carbónico proveniente del vino, desaparece el color rosado.
- Continuar la titulación hasta obtener el punto final verdadero.
- Expresar los resultados en porcentaje de ácido tartárico o láctico.

5.1.8 ACIDEZ FIJA Y ACIDEZ VOLÁTIL

Medir 50 mL de vino y pasarlos a un vaso de precipitados, evaporar hasta sequedad en el baño maría.

- Agregar unos 20 mL de agua destilada neutralizada y volver a evaporar.
- Repetir 2 veces más la operación para asegurarse de la eliminación completa de los ácidos volátiles.
- Disolver el residuo en unos 100 mL de agua destilada.
- Titular la acidez fija con solución de NaOH 0.05N en presencia de fenofaleína. Anotar el volumen gastado.
- Expresar los resultados en porcentaje de ácido tartárico o láctico, según sea el caso y obtener por diferencia la acidez volátil. Por cálculo expresar está en ácido acético.

CUESTIONARIO

- a) ¿Qué interpretación tienen cada uno de los análisis realizados sobre la composición y calidad del vino analizado?



- b) ¿En qué se diferencia un mosto de un vino, y por qué es interesante conocer su composición?
- c) ¿Cómo se clasifican los vinos?
- d) ¿Cuál es la diferencia entre un vino seco, semiseco y dulce?
- e) ¿Qué adulteraciones pueden encontrarse en los vinos?
- f) ¿Qué bebidas se clasifican como alcohólicas?, Cómo se obtienen?
- g) ¿Qué bebidas se clasifican como no alcohólicas? Definirlas y dar por lo menos 5 ejemplos.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- Manual de Análisis de Alimentos. Traducción Dr. Andrés Marcos Barrado. Edit. Acribia, Zaragoza, España 1969.



RECOMENDACIONES

ANTES DE ENTAR AL LABORATORIO

- Al momento de realizar la práctica se hace necesario conocer con anterioridad el procedimiento a seguir en el laboratorio para el desarrollo de las pruebas, con el fin de aclarar dudas, realizar las pruebas conociendo su fundamento y finalidad, además de conocer cuales son los valores esperados.
- Esterilizar adecuadamente los tubos de ensayo y pipetas para las pruebas de azul de metileno.
- Recuerde llevar elementos personales para el laboratorio como bata, guantes, gafas de seguridad, un trapo para limpiar, marcador para rotular, perilla.

DURANTE EL LABORATORIO

- El orden de las pruebas en cada práctica se puede seguir como indica el manual para hacer un uso eficaz del tiempo disponible para los análisis.
- No se debe ingerir el analito que no se utilizó en los análisis ni dentro ni fuera del laboratorio por lo que se recomienda llevar la cantidad necesaria para elaborar la prueba y luego desechar la que no se utilizó y que posiblemente puede haberse contaminado en el laboratorio.
- Tener en cuenta las normas de seguridad en el laboratorio, las cuales se pueden recordar al principio del manual o en los carteles dentro de los laboratorios.
- Al momento de pesar las muestras, se debe tener en cuenta no mover la mesa donde se encuentra la balanza, si por algún motivo la muestra se derrama, se debe limpiar inmediatamente el área.
- Se puede emplear una sola pipeta que este ubicado al lado derecho de cada reactivo
- Calibrar el pH-metro antes de cada práctica, si se hace necesario se debe consultar el manual de calibración, y utilizar soluciones buffer en buen estado
- No meter a la estufa a secar material volumétrico.

DESPUES DEL LABORATORIO

- Las mesas deben quedar en perfecto orden y limpieza, cada grupo se hace responsable por su área de trabajo.



Los residuos biológicos serán puestos en una bolsa de plástico bien cerrada y etiquetada, y con respecto a los residuos de los reactivos utilizados será de acuerdo con lo establecido en el anexo A.

CON RESPECTO A LOS CRISOLES Y CAPSULAS

- No tocar los crisoles y capsulas con las manos, ya que se puede transmitir la grasa de las manos y dar un peso erróneo.
- Tener en cuenta que los crisoles y capsulas llevan un proceso anterior de calentamiento para eliminar la humedad y residuos.
- Tener en cuenta que algunos grupos alimenticios tienen diferente tiempo de calcinación. No meter las capsulas y crisoles muy calientes al desecador ya que se puede levantar la tapa del mismo.

ANEXO A

1) LINEAMIENTOS DE TRABAJO DE LABORATORIO ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE LA FACULTAD DE QFB

Capítulo II

De los laboratorios

Artículo 115. Los laboratorios son los espacios en donde se realizan prácticas para desarrollar habilidades técnico-científicas que integren los conocimientos teóricos adquiridos en el aula. El uso de las instalaciones y de los servicios prestados por los laboratorios está reservado exclusivamente para los usuarios.

Artículo 116. Son usuarios de los laboratorios, de la Facultad de Química Farmacéutica Biológica los siguientes:

- I. El personal académico;
- II. Los alumnos con inscripción vigente, de licenciatura o posgrado;



III. El personal académico y alumnos de otras instituciones de educación superior con las que se haya acordado un convenio de colaboración; y

IV. Las personas ajenas a la Facultad que requieran el uso de los laboratorios deberán solicitar autorización por escrito al Director de la Facultad.

Artículo 117. Los usuarios del laboratorio deberán observar lo siguiente:

I. Utilizar bata blanca abotonada de manga larga;

II. Utilizar el material de seguridad personal necesario como mascarilla, lentes de seguridad, guantes, cubre bocas, gorra, entre otros;

III. En caso de que se realicen pruebas o experimentos de larga duración y cuando sea necesario dejar encendido el equipo e instrumentos como estufas u hornos durante largos periodos de tiempo, el usuario deberá comunicarlo al Técnico Académico o personal académico de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio y colocar las etiquetas correspondientes a los equipos en uso;

IV. Hacerse responsable del buen uso y manejo de los instrumentos y equipos del laboratorio y disponiendo para tal fin de los manuales correspondientes;

V. Notificar al personal del laboratorio cualquier desperfecto observado en los equipos e instrumentos que se le otorgaron;

VI. Devolver el equipo e instrumentos con todos los accesorios que recibió al solicitarlos;

VII. Al término de la práctica, deben dejar limpias y libres de desechos las mesas de trabajo;

VIII. Queda estrictamente prohibido arrojar desechos sólidos a coladeras de las mesas de trabajo y áreas destinadas al lavado de material dentro del laboratorio;

IX. Se prohíbe fumar y jugar en los laboratorios;

X. Las actividades como correr e ingerir alimentos o bebidas serán permitidas única y exclusivamente si lo justifica la práctica a realizar;

XI. Para el préstamo de equipo, instrumentos o material, el usuario deberá llenar el vale correspondiente y dejar al responsable del laboratorio, su credencial vigente que lo acredita como miembro de la Facultad o una identificación oficial vigente con fotografía; para el caso de personas ajenas a la Facultad, además de los requisitos anteriores deberá tener el visto bueno del Director de la Facultad;



XII. Reparar o reponer los materiales y equipos de laboratorio concedidos en préstamo que hayan sido dañados o extraviados, de acuerdo con las características que indique el técnico académico o personal de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio, quedando retenida la credencial del usuario involucrado hasta que se cubra el adeudo, observando lo siguiente:

- a) El adeudo deberá cubrirse a más tardar en la última semana del periodo de clases. En tanto no se cubra este adeudo no se podrá disponer de otros préstamos; y
- b) En caso de incumplimiento de la reposición del bien dañado, el adeudo correspondiente se turnará al encargado del almacén general de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Químicas, quien informará al Director de la Facultad para la aplicación de la sanción que corresponda en términos de la legislación universitaria.

Artículo 118. El personal académico responsable de la experiencia educativa debe cumplir con lo siguiente:

- I. Entregar al técnico académico del laboratorio o personal académico de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio el Programa de actividades de las prácticas a realizar; e
- II. Informar los reactivos, materiales, equipos e instrumentos que requerirá por sección, promedio de 30 alumnos, a fin de que éstos sean adquiridos o preparados oportunamente; esta información se entregará en un formato establecido que proporcionará el técnico académico o personal académico de tiempo completo con anticipación de por lo menos 5 días hábiles previos al desarrollo de la práctica.

Artículo 119. Además de las obligaciones establecidas en el Estatuto del Personal Académico el técnico académico en turno o personal académico de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio, es el responsable del buen funcionamiento del mismo, así como del uso y conservación de los equipos, materiales y espacios físicos que le hayan sido asignados. Sus funciones serán las siguientes:

- I. Gestionar ante la Coordinación de Laboratorios, la adquisición de los materiales, consumibles y equipos necesarios para la realización de las prácticas programadas en el semestre inmediato, de acuerdo con los recursos disponibles;
- II. Garantizar que el académico cuente con el equipo y material necesario para realizar su práctica y deberá estar al pendiente del seguimiento de la misma, fungiendo como apoyo en su realización, sobre todo en lo relacionado al manejo de los equipos. En caso de que el personal de apoyo falte, el Técnico Académico deberá comprometerse a suplir las funciones que éste realice con la finalidad de no atrasar las prácticas programadas;



III. Tener el material y reactivos listos antes de iniciada la sesión y de no contar con los insumos requeridos, deberá notificar al académico en la sesión anterior a fin de que éste pueda, en caso necesario, cambiar la práctica a realizar; y

IV. Organizar y supervisar las actividades diarias que se tienen planeadas, como es la preparación de soluciones, reactivos, equipos e instrumentos a emplear, inóculo, limpieza de las áreas de trabajo, retiro de residuos químicos peligrosos o residuos peligrosos biológico infecciosos, entre otros.

Artículo 120. El personal académico titular de la experiencia educativa es responsable en los laboratorios de lo siguiente:

I. Respetar la hora de entrada y salida, con la finalidad de optimizar los tiempos que se requieren para dar continuidad a las prácticas de otras experiencias educativas;

II. Capacitar adecuadamente a los alumnos para el uso y manejo de reactivos, equipos y materiales de laboratorio que se vayan a requerir, pero también serán apoyados por el técnico académico en cuanto al uso de los mismos;

III. Verificar al menos con 5 días hábiles de anticipación con el técnico académico o personal académico con carga académica diversificada y asignada al laboratorio, que estén disponibles los requerimientos para la realización de la práctica, siempre basados en la “Guía de Prácticas” de la experiencia educativa aprobado por la academia del programa educativo;

IV. Supervisar las prácticas de laboratorio y demás actividades que deban realizar los alumnos;

V. Estar presente en las prácticas de la experiencia educativa o en su ausencia, el Técnico Académico o personal académico de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio en caso eventual de que el académico responsable de la práctica deba atender alguna comisión académica avalada por la Dirección de la Facultad, en cuyo caso deberá dejar con antelación las indicaciones necesarias para realizar la sesión experimental;

VI. Notificar en caso de que los alumnos tengan que realizar preparaciones u observaciones para iniciar, continuar o concluir una práctica, en horario diferente al establecido para la experiencia educativa, al técnico académico o personal académico con carga académica diversificada y asignada al laboratorio con al menos dos días de anticipación, y respetando los horarios de trabajo y actividades ya programadas; y

VII. Solicitar con una semana de anticipación por escrito al técnico académico del laboratorio correspondiente o personal académico con carga académica diversificada y



asignada al laboratorio, en el formato que para tal efecto éste le proporcione al académico responsable de la experiencia educativa, la aprobación de la realización de prácticas de laboratorio extraclase, esta solicitud estará supeditada a la disponibilidad de horarios y de recursos humanos y materiales.

Artículo 121. Los usuarios o encargados de los laboratorios que incurran en una falta establecida en este Reglamento se harán acreedores a la sanción correspondiente de acuerdo con lo

que establece la legislación universitaria.

Artículo 122. Para el manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI) y químicos, la Facultad cuenta con un programa institucional a cargo de la coordinación de laboratorios y sustentado en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-087-ECOL-SSA1-2002 y de la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Artículo 123. El responsable de llevar a cabo el programa para cada tipo de residuos es el técnico académico designado por el Director de la Facultad.

Artículo 124. Para el manejo de los residuos químicos peligrosos se observará lo siguiente:

I. Se depositarán en recipientes identificados por grupos funcionales, solventes, ácidos orgánicos, compuestos halogenados y no halogenados, entre otros, los cuales serán proporcionados por el Técnico Académico, el personal académico de tiempo completo con carga académica diversificada y asignada al laboratorio o el preparador, desde el inicio del semestre; y

II. Los residuos químicos deberán ser tratados por los alumnos y los académicos de la experiencia educativa de acuerdo con la normatividad en materia.

2) MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS.



NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Fecha de publicación: 15 de diciembre de 2005.

1. Introducción

Los residuos peligrosos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen.

Los avances científicos y tecnológicos y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como constituyentes tóxicos ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente.

2. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

3. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

4. Referencias

4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección Ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de agosto de 2003.

4.2 Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los



constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) el 22 de octubre de 1993, la cual ha cambiado de nomenclatura en dos ocasiones, la primera, por el Acuerdo Secretarial publicado en el D.O.F. el 29 de noviembre de 1994, siendo modificada a NOM-053-ECOL-1993 y, la segunda, por el Acuerdo emitido en el mismo órgano de difusión el 23 de abril de 2003, quedando con el nombre que aparece al inicio

de esta cita.

4.3 Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo, publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) el 17 de febrero de 2003, la cual cambió de nomenclatura por el Acuerdo Secretarial publicado en el D.O.F. el 23 de abril de 2003, quedando con el nombre que aparece al inicio de esta cita.

4.4 Norma Oficial Mexicana NOM-133-SEMARNAT-2000, Protección Ambiental-Bifenilos Policlorados (BPC's)-Especificaciones de manejo, publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) el 10 de diciembre de 2001, la cual cambió de nomenclatura por el Acuerdo Secretarial publicado en el D.O.F. el 23 de abril de 2003, quedando con el nombre que aparece al inicio de esta cita.

4.5 Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 2005.

4.6 Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2004.

4.7 Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT/2003, Listado de las Substancias y Materiales Peligrosos más usualmente transportados, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de 2003.

5. Definiciones

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en los Reglamentos correspondientes y las siguientes:

5.1 Constituyente Tóxico.- Cualquier sustancia química contenida en un residuo y que hace que éste sea peligroso por su toxicidad, ya sea ambiental, aguda o crónica.

5.2 CRETIB.- El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso.

5.3 CRIT.- El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, inflamable y tóxico ambiental.

5.4 Extracto PECT.- El lixiviado a partir del cual se determinan los constituyentes tóxicos del residuo y su concentración con la finalidad de identificar si éste es peligroso por su toxicidad al ambiente.

5.5 Fuente específica.- Las actividades que generan residuos peligrosos y que están definidas por giro o proceso industrial.

5.6 Fuente no específica.- Las actividades que generan residuos peligrosos y que por llevarse a cabo en diferentes giros o procesos se clasifican de manera general.

5.7 Ley.- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

5.8 PECT.- Procedimiento de Extracción de Constituyentes Tóxicos.



5.9 Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos.- Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizados, transformados o comercializados respecto a los estándares de diseño o producción originales.

5.10 Reglamento.- El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

5.11 Secretaría.- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

5.12 Toxicidad.- La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas.

5.13 Toxicidad Ambiental.- La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.

5.14 Toxicidad Aguda.- El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.

5.15 Toxicidad Crónica.- Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.

6. Procedimiento para determinar si un residuo es peligroso

6.1 El procedimiento para determinar si un residuo es peligroso se presenta en la Figura 1.



6.2 Un residuo es peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados:

Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica.

Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica.

Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos).

Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos).

Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.

6.2.1 Las Toxicidades aguda y crónica referidas en los Listados 1, 2, 3 y 4 de esta Norma Oficial Mexicana no están contempladas en los análisis a realizar para la determinación de las características CRIT de peligrosidad en los residuos.

6.2.2 El Anexo 1 de esta Norma Oficial Mexicana contiene las bases para listar residuos peligrosos por “Fuente Específica” y “Fuente No Específica”, en función de sus Toxicidades ambiental, aguda o crónica.

6.3 Si el residuo no se encuentra en ninguno de los Listados 1 a 5 y es regulado por alguno de los criterios contemplados en los numerales 6.3.1 a 6.3.4 de esta norma, éste se sujetará a lo dispuesto en el Instrumento Regulatorio correspondiente.

6.3.1 Los lodos y biosólidos están regulados por la NOM-004-SEMARNAT-2002.



6.3.2 Los bifenilos policlorados (BPC's) están sujetos a las disposiciones establecidas en la

NOM-133-SEMARNAT-2000.

6.3.3 Los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos están sujetos a lo definido en la

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.

6.3.4 Los jales mineros se rigen bajo las especificaciones incluidas en la NOM-141-SEMARNAT-2003.

6.4 Si el residuo no está listado o no cumple con las particularidades establecidas en el inciso 6.3 se deberá definir si es que éste presenta alguna de las características de peligrosidad que se mencionan en el numeral 7 de esta Norma Oficial Mexicana. Esta determinación se llevará a cabo mediante alguna de las opciones que se mencionan a continuación:

6.4.1 Caracterización o análisis CRIT de los residuos junto con la determinación de las características de Explosividad y Biológico-Infecioso.

6.4.2 Manifestación basada en el conocimiento científico o la evidencia empírica sobre los materiales y procesos empleados en la generación del residuo en los siguientes casos:

6.4.2.1 Si el generador sabe que su residuo tiene alguna de las características de peligrosidad establecidas en esta norma.

6.4.2.2 Si el generador conoce que el residuo contiene un constituyente tóxico que lo hace peligroso.



6.4.2.3 Si el generador declara, bajo protesta de decir verdad, que su residuo no es peligroso.

7. Características que definen a un residuo como peligroso

7.1 El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones señaladas en los numerales 7.2 a 7.7 de esta Norma Oficial Mexicana:

- Corrosividad
- Reactividad
- Explosividad
- Toxicidad Ambiental

- Inflamabilidad
- Biológico-Infeciosa

7.1.1 Las Toxicidades aguda y crónica quedan exceptuadas de los análisis a realizar para la determinación de la característica de Toxicidad Ambiental en los residuos establecida en el numeral 7.5 de esta Norma Oficial Mexicana.

7.2 Es Corrosivo cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

7.2.1 Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.2.2 Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2,0 o mayor o igual a 12,5 según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.



7.2.3 Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6,35 milímetros o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.3 Es Reactivo cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

7.3.1 Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.3.2 Cuando se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.3.3 Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.3.4 Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 mg de ácido sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.4 Es Explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.

7.5 Es Tóxico Ambiental cuando:



7.5.1 El extracto PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos listados en la Tabla 2 de esta Norma en una concentración mayor a los límites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las Normas Mexicanas correspondientes.

7.6 Es Inflamable cuando una muestra representativa presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

7.6.1 Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución o suspensión que tiene un punto de inflamación inferior a 60,5°C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.

7.6.2 No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25°C, según el procedimiento que se establece en la Norma Mexicana correspondiente.

7.6.3 Es un gas que, a 20°C y una presión de 101,3 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.

7.6.4 Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material.

7.7 Es Biológico-Infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, referida en el punto 4 de esta Norma.

8. Procedimiento para la evaluación de la conformidad



8.1 Las muestras para determinaciones analíticas deben ser tomadas directamente a la salida del proceso o del área de almacenamiento en su caso, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Norma Mexicana correspondiente y deberán ser representativas del volumen generado, considerando las variaciones en el proceso y, además, se debe establecer la cadena de custodia para las mismas.

8.2 La Secretaría reconocerá las determinaciones analíticas de la prueba CRIT que hayan sido muestreadas y analizadas por un laboratorio acreditado y aprobado conforme a las disposiciones

legales aplicables.

9. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional ni norma mexicana.

10. Bibliografía

10.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992 y reformada por Decretos publicados en el mismo órgano el 24 de diciembre de 1996 y el 20

de mayo de 1997.

10.2 Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.

10.3 Code of Federal Regulations, Vol. 40 Part. 261. 1999. U.S.A. (Código de Regulaciones Federales, Vol. 40, Parte 261, 1999, Estados Unidos de América).

10.4 Registro Internacional de Sustancias Químicas Potencialmente Tóxicas, Ginebra, Suiza, 1982.



10.5 Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de la SCT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de abril de 1993.

10.6 Hazardous Waste Characteristics Scoping Study. Office of Solid Waste, USEPA, November 1996 (Estudio de los Alcances de las Características de los Residuos Peligrosos, Oficina de Residuos Sólidos, USEPA, Noviembre de 1996).

11. Vigilancia de esta Norma

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, sus Reglamentos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los noventa días naturales siguientes de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- A la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se abroga la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) el 22 de octubre de 1993.

TERCERO.- Las Constancias de No Peligrosidad que estén vigentes a la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana tendrán validez hasta el plazo por el cual fueron emitidas.

Provéase la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

México, Distrito Federal, al segundo día del mes de junio de dos mil seis.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del

Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, José Ramón Ardavín Ituarte.- Rúbrica.

TABLA 1
CODIGOS DE PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS (CPR)

Características	Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	T
Ambiental	Te
Aguda	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infecioso	B

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra “M”.

TABLA 2
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA LOS CONSTITUYENTES TOXICOS EN EL EXTRACTO PECT

CONSTITUYENTES INORGANICOS (METALES)

7440-38-2	Arsénico	5.0
7440-39-3	Bario	100.0
7440-43-9	Cadmio	1.0
7440-47-3	Cromo	5.0
7439-97-6	Mercurio	0.2
7440-22-4	Plata	5.0
7439-92-1	Plomo	5.0
7782-49-2	Selenio	1.0



CONSTITUYENTES ORGANICOS SEMIVOLATILES

94-75-7	Acido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D)	10.0
93-72-1	Acido 2,4,5-Triclorofenoxipropiónico (Silvex)	1.0
57-74-9	Clordano	0.03
95-48-7	o-Cresol	200.0
108-39-4	m-Cresol	200.0
106-44-5	p-Cresol	200.0
1319-77-3	Cresol	200.0
121-14-2	2,4-Dinitrotolueno	0.13
72-20-8	Endrin	0.02
76-44-8	Heptacloro (y su Epóxido)	0.008
67-72-1	Hexacloroetano	3.0
58-89-9	Lindano	0.4
74-43-5	Metoxicloro	10.0
98-95-3	Nitrobenceno	2.0
87-86-5	Pentaclorofenol	100.0
8001-35-2	Toxafeno	0.5
95-95-4	2,4,5-Triclorofenol	400.0
88-06-2	2,4,6-Triclorofenol	2.0

**CONSTITUYENTES ORGANICOS VOLATILES**

71-43-2	Benceno	0.5
108-90-7	Clorobenceno	100.0
67-66-3	Cloroformo	6.0
75-01-4	Cloruro de Vinilo	0.2
106-46-7	1,4-Diclorobenceno	7.5
107-06-2	1,2-Dicloroetano	0.5
75-35-4	1,1-Dicloroetileno	0.7
118-74-1	Hexaclorobenceno	0.13
87-68-3	Hexaclorobutadieno	0.5
78-93-3	Metil etil cetona	200.0
110-86-1	Piridina	5.0
127-18-4	Tetracloroetileno	0.7
56-23-5	Tetracloruro de Carbono	0.5
79-01-6	Tricloroetileno	0.5

¹ No. CAS: Número del Chemical Abstracts Service (Servicio de Resúmenes Químicos)

² LMP: Limite Máximo Permissible

LISTADO 1**CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR FUENTE ESPECIFICA**

Residuo	CPR	Clave
GIRO 1: BENEFICIO DE METALES		
CUBAS ELECTROLITICAS GASTADAS DE LA REDUCCION PRIMARIA DE ALUMINIO	(Tt)	E1/01
LICOR GASTADO GENERADO POR LAS OPERACIONES DE ACABADO DEL ACERO EN INSTALACIONES PERTENECIENTES A LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO	(C,Tt)	E1/02
LODOS Y POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DE FUNDICION Y AFINADO EN LA PRODUCCION SECUNDARIA DE PLOMO	(Tt)	E1/03
SOLUCION GASTADA PROVENIENTE DE LA LIXIVIACION ACIDA DE LOS LODOS/POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES EN LA FUNDICION SECUNDARIA DE PLOMO	(Tt)	E1/04
GIRO 2: PRODUCCION DE COQUE		
RESIDUOS QUE NO SE REINTEGREN AL PROCESO DE LA PRODUCCION DE COQUE Y QUE NO PUEDAN SER REUTILIZADOS	(Tt)	E2/01
GIRO 3: EXPLOSIVOS		
CARBON AGOTADO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES QUE CONTIENEN EXPLOSIVOS	(R,E)	E3/01
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA FABRICACION, FORMULACION Y CARGA DE LOS COMPUESTOS INICIADORES BASE PLOMO	(Tt)	E3/02
RESIDUOS DE AGUA ROSA-ROJA Y DE ACIDOS GASTADOS DE LA MANUFACTURA DE TNT	(R,E)	E3/03



GIRO 4: PETROLEO, GAS Y PETROQUIMICA		
CATALIZADORES GASTADOS DEL PROCESO DE □HIDROCRACKING□ CATALITICO DE RESIDUALES EN LA REFINACION DE PETROLEO	(I,Tt)	E4/01
LODOS DE LA SEPARACION PRIMARIA DE ACEITE/AGUA/SOLIDOS DE LA REFINACION DEL PETROLEO-CUALQUIER LODO GENERADO POR SEPARACION GRAVITACIONAL DE ACEITE/AGUA/SOLIDOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO O TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PROCESO Y AGUAS RESIDUALES ACEITOSAS DE ENFRIAMIENTO, DE REFINERIAS DE PETROLEO. TALES LODOS INCLUYEN, PERO NO SE LIMITAN, A AQUELLOS GENERADOS EN SEPARADORES DE ACEITE/AGUA/SOLIDOS; TANQUES Y LAGUNAS DE CAPTACION; ZANJAS Y OTROS DISPOSITIVOS DE TRANSPORTE DE AGUA PLUVIAL, LODOS GENERADOS DE AGUAS DE ENFRIAMIENTO SIN CONTACTO, DE UN SOLO PASO, SEGREGADAS PARA TRATAMIENTO DE OTROS PROCESOS O AGUAS DE ENFRIAMIENTO ACEITOSAS Y LODOS GENERADOS EN UNIDADES DE TRATAMIENTOS BIOLOGICOS	(Tt)	E4/02
LODOS DE SEPARACION SECUNDARIA (EMULSIFICADOS) DE ACEITE/AGUA/SOLIDOS. CUALQUIER LODO Y/O NATA GENERADO EN LA SEPARACION FISICA Y/O QUIMICA DE ACEITE/AGUA/SOLIDOS DE AGUAS RESIDUALES DE PROCESO Y AGUAS RESIDUALES ACEITOSAS DE ENFRIAMIENTO DE LAS REFINERIAS DE PETROLEO. TALES RESIDUOS INCLUYEN, PERO NO SE LIMITAN A, TODOS LOS LODOS Y LAS NATAS GENERADAS EN: UNIDADES DE FLOTACION DE AIRE INDUCIDA, TANQUES Y LAGUNAS DE CAPTACION Y TODOS LOS LODOS GENERADOS EN UNIDADES DAF (FLOTACION CON AIRE DISUELTO). LODOS GENERADOS DE AGUAS DE ENFRIAMIENTO SIN CONTACTO, DE UN SOLO PASO, SEGREGADAS PARA TRATAMIENTO DE OTROS PROCESOS O AGUAS DE ENFRIAMIENTO ACEITOSAS, LODOS Y NATAS GENERADOS EN UNIDADES DE TRATAMIENTOS BIOLOGICOS	(Tt)	E4/03
LODOS DEL SEPARADOR API Y CARCAMOS EN LA REFINACION DE PETROLEO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS DERIVADOS	(Tt)	E4/04
LODOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS	(Tt)	E4/05
LODOS DE LA LIMPIEZA DE LOS HACES DE TUBOS DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR, LADO HIDROCARBURO	(Tt)	E4/06
NATAS DEL SISTEMA DE FLOTACION CON AIRE DISUELTO (FAD) EN LA REFINACION DE PETROLEO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS DERIVADOS	(Tt)	E4/07
SOLIDOS DE EMULSION DE ACEITES DE BAJA CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE REFINACION DE PETROLEO	(Tt)	E4/08
FONDOS DE LA ETAPA DE DESTILACION EN LA PRODUCCION DE ACETALDEHIDO VIA OXIDACION DE ETILENO	(C,Tt,I)	E4/09
CORTES LATERALES DE LA ETAPA DE DESTILACION EN LA PRODUCCION DE ACETALDEHIDO VIA OXIDACION DE ETILENO	(C,Tt,I)	E4/10
RESIDUOS DE PROCESOS, INCLUYENDO PERO NO LIMITADO A RESIDUOS DE DESTILACION, FONDOS PESADOS, BREAS Y RESIDUOS DE LA LIMPIEZA DE REACTORES DE LA PRODUCCION DE HIDROCARBUROS ALIFATICOS CLORADOS POR PROCESOS DE CATALIZACION DE RADICALES LIBRES QUE TIENEN CADENAS DE HASTA 5 (CINCO) CARBONES CON DIVERSAS CANTIDADES Y POSICIONES DE SUSTITUCION DE CLORO	(Tt)	E4/11
GIRO 5: PINTURAS Y PRODUCTOS RELACIONADOS		
RESIDUOS DE PIGMENTOS BASE CROMO Y BASE PLOMO	(Tt)	E5/01
GIRO 6: PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS		
LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE CARBAMATOS, HERBICIDAS CLORADOS, PLAGUICIDAS ORGANO-HALOGENADOS; ORGANO-ARSENICALES; ORGANO-METALICOS Y ORGANO-FOSFORADOS	(Tt)	E6/01
RESIDUOS DE LA PRODUCCION DE CARBAMATOS, HERBICIDAS CLORADOS; PLAGUICIDAS ORGANO-HALOGENADOS; ORGANO-ARSENICALES; ORGANO-METALICOS Y ORGANO-FOSFORADOS	(Tt)	E6/02



GIRO 7: PRESERVACION DE LA MADERA		
LODOS SEDIMENTADOS Y SOLUCIONES GASTADAS GENERADOS EN LOS PROCESOS DE PRESERVACION DE LA MADERA	(Tt)	E7/01
GIRO 8: QUIMICA FARMACEUTICA		
CARBON ACTIVADO GASTADO EN LA PRODUCCION DE FARMACEUTICOS VETERINARIOS DE COMPUESTOS CON ARSENICO Y ORGANO-ARSENICALES	(Tt)	E8/01
RESIDUOS DE BREAS DE LA DESTILACION DE COMPUESTOS A BASE DE ANILINA EN LA PRODUCCION DE PRODUCTOS VETERINARIOS DE COMPUESTOS DE ARSENICO Y ORGANO-ARSENICALES	(Tt)	E8/02
GIRO 9: QUIMICA INORGANICA		
FILTROS DE LAS CASAS DE BOLSAS EN LA PRODUCCION DE OXIDO DE ANTIMONIO, INCLUYENDO LOS FILTROS EN LA PRODUCCION DE PRODUCTOS INTERMEDIOS (ANTIMONIO METALICO Y OXIDO DE ANTIMONIO CRUDO)	(Te)	E9/01
ESCORIAS DE LA PRODUCCION DE OXIDO DE ANTIMONIO, INCLUYENDO AQUELLAS DE LOS PRODUCTOS INTERMEDIOS (ANTIMONIO METALICO Y OXIDO DE ANTIMONIO CRUDO)	(Tt)	E9/02
LODOS DE LA PURIFICACION DE SALMUERA, DONDE LA SALMUERA PURIFICADA SEPARADA NO SE UTILIZA, EN LA PRODUCCION DE CLORO (PROCESO DE CELDAS DE MERCURIO)	(Tt)	E9/03
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE CLORO (PROCESO DE CELDAS DE MERCURIO)	(Tt)	E9/04
RESIDUOS DE HIDROCARBUROS CLORADOS DE LA ETAPA DE PURIFICACION EN LA PRODUCCION DE CLORO (PROCESO DE CELDAS DE DIAFRAGMA USANDO ANODOS DE GRAFITO)	(Tt)	E9/05



LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS NARANJA Y AMARILLO DE CROMO	(Tt)	E9/06
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS VERDES DE CROMO	(Tt)	E9/07
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS VERDES DE OXIDO DE CROMO (ANHIDROS E HIDRATADOS)	(Tt)	E9/08
RESIDUOS DEL HORNO DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS VERDES DE OXIDO DE CROMO	(Tt)	E9/09
LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS AZULES DE HIERRO	(Tt)	E9/10
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS NARANJA DE MOLIBDATO	(Tt)	E9/11
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS AMARILLOS DE ZINC	(Tt)	E9/12
RESIDUOS DE LA MANUFACTURA Y DEL ALMACENAMIENTO EN PLANTA DE CLORURO FERRICO DERIVADO DE ACIDOS FORMADOS DURANTE LA PRODUCCION DE BIOXIDO DE TITANIO MEDIANTE EL PROCESO CLORURO-ILMENITA	(Tt)	E9/13
GIRO 10: QUIMICA ORGANICA		
LODOS DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE ACRILONITRILO	(R, Tt)	E10/01
FONDOS DE LA COLUMNA DE ACETONITRILO EN LA PRODUCCION DE ACRILONITRILO	(R, Tt)	E10/02
FONDOS DE LA COLUMNA DE PURIFICACION DE ACETONITRILO EN LA PRODUCCION DE ACRILONITRILO	(Tt)	E10/03
DOMOS LIGEROS DE LA DESTILACION INICIAL EN LA PRODUCCION DE ANHIDRIDO FTALICO A PARTIR DE NAFTALENO	(Tt)	E10/04
FONDOS DE LA DESTILACION FINAL EN LA PRODUCCION DE ANHIDRIDO FTALICO A PARTIR DE NAFTALENO	(Tt)	E10/05
DOMOS LIGEROS DE LA DESTILACION INICIAL EN LA PRODUCCION DE ANHIDRIDO FTALICO A PARTIR DE ORTO-XILENO	(Tt)	E10/06
FONDOS DE LA DESTILACION FINAL EN LA PRODUCCION DE ANHIDRIDO FTALICO A PARTIR DE ORTO-XILENO	(Tt)	E10/07
FONDOS DE LA DESTILACION EN LA PRODUCCION DE ANILINA	(Tt)	E10/08



RESIDUOS DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ANILINA	(Tt)	E10/09
RESIDUOS PROVENIENTES DEL LAVADO DE GASES, DE CONDENSACION, DE DEPURACION Y SEPARACION EN LA PRODUCCION DE CARBAMATOS Y CARBOMIL OXIMAS	(Tt)	E10/10
MATERIALES ORGANICOS DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE TIOCARBAMATO EN LA PRODUCCION DE CARBAMATOS Y CARBOMIL OXIMAS	(Tt)	E10/11
POLVOS DE CASAS DE BOLSAS Y SOLIDOS DE FILTRADO/SEPARACION DE LA PRODUCCION DE CARBAMATOS Y CARBOMIL OXIMAS	(Tt)	E10/12
RESIDUOS ORGANICOS (INCLUYENDO FONDOS PESADOS, ESTANCADOS, FONDOS LIGEROS, SOLVENTES GASTADOS, RESIDUOS DE LA FILTRACION Y LA DECANTACION) DE LA PRODUCCION DE CARBAMATOS Y CARBOMIL OXIMAS	(Tt)	E10/13
SOLIDOS DE PURIFICACION (INCLUYENDO SOLIDOS DE FILTRACION, EVAPORACION Y CENTRIFUGACION), POLVOS DE CASAS DE BOLSAS Y DE BARRIDO DE PISOS EN LA PRODUCCION DE ACIDOS DE TIOCARBAMATOS Y SUS SALES EN LA PRODUCCION DE CARBAMATOS Y CARBOMIL OXIMAS	(R,Tt)	E10/14
FONDOS DE LA COLUMNA DE DESTILACION O FRACCIONAMIENTO EN LA PRODUCCION DE CLOROBENCENOS	(Tt)	E10/15
CORRIENTES SEPARADAS DEL AGUA DEL REACTOR DE LAVADO DE CLOROBENCENOS	(Tt)	E10/16
FONDOS DE LA ETAPA DE DESTILACION EN LA PRODUCCION DE CLORURO DE BENCILO	(Tt)	E10/17
FONDOS PESADOS DE LA COLUMNA DE FRACCIONAMIENTO EN LA PRODUCCION DE CLORURO DE ETILO	(Tt)	E10/18
FONDOS PESADOS DE LA DESTILACION DE CLORURO DE VINILO EN LA PRODUCCION DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO	(Tt)	E10/19
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE DICLORURO DE ETILENO O DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO	(Tt)	E10/20
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PRODUCCION DE MONOMERO DE CLORURO DE VINILO EN LA QUE SE UTILICE CLORURO DE MERCURIO COMO CATALIZADOR EN UN PROCESO BASE ACETILENO	(Tt)	E10/21
RESIDUOS DEL LAVADOR DE GASES DE VENDEO DEL REACTOR EN LA PRODUCCION DE DIBROMURO DE ETILENO VIA BROMACION DEL ETILENO	(Tt)	E10/22
SOLIDOS ADSORBENTES GASTADOS DE LA ETAPA DE PURIFICACION DEL DIBROMURO DE ETILENO OBTENIDO A PARTIR DE LA BROMACION DEL ETILENO	(Tt)	E10/23
FONDOS DE LA ETAPA DE PURIFICACION DEL DIBROMURO DE ETILENO OBTENIDO A PARTIR DE LA BROMACION DEL ETILENO	(Tt)	E10/24
CONDENSADOS ORGANICOS DE LA COLUMNA DE RECUPERACION DE SOLVENTES EN LA PRODUCCION DE DIISOCIANATO DE TOLUENO VIA FOSGENACION DE LA TOLUENDIAMINA	(Tt)	E10/25
RESIDUOS DE CENTRIFUGACION Y DESTILACION EN LA PRODUCCION DE DIISOCIANATO DE TOLUENO VIA FOSGENACION DE LA TOLUENDIAMINA	(R,Tt)	E10/26
FONDOS DE LA TORRE DE SEPARACION DE PRODUCTOS EN LA PRODUCCION DE 1,1-DIMETIL HIDRACINA A PARTIR DE HIDRACINAS DE ACIDO CARBOXILICO	(C,Tt)	E10/27
CABEZAS CONDENSADAS DE LA COLUMNA DE SEPARACION DE PRODUCTOS Y GASES CONDENSADOS DEL VENDEO DEL REACTOR EN LA PRODUCCION DE 1,1-DIMETIL HIDRACINA A PARTIR DE HIDRACINAS DE ACIDO CARBOXILICO	(Tt,I)	E10/28
CARTUCHOS DE LOS FILTROS AGOTADOS DE LA PURIFICACION DE LA 1,1-DIMETIL HIDRACINA OBTENIDA A PARTIR DE HIDRACINAS DE ACIDO CARBOXILICO	(Tt)	E10/29
CABEZAS CONDENSADAS DE LA COLUMNA DE SEPARACION DE INTERMEDIOS EN LA PRODUCCION DE 1,1-DIMETIL HIDRACINA A PARTIR DE HIDRACINAS DE ACIDO CARBOXILICO	(Tt)	E10/30
RESIDUOS PROVENIENTES DEL LAVADO DE DINITROTOLUENO OBTENIDO A PARTIR DE LA NITRACION DE TOLUENO	(C,Tt)	E10/31
FONDOS PESADOS DE LA COLUMNA DE PURIFICACION DE LA EPICLORHIDRINA	(Tt)	E10/32
FONDOS PESADOS (BREA) DE LA ETAPA DE DESTILACION EN LA PRODUCCION DE FENOL/ACETONA A PARTIR DEL CUMENO	(Tt)	E10/33
RESIDUO DE CATALIZADOR AGOTADO DE ANTIMONIO EN SOLUCION ACUOSA EN LA PRODUCCION DE FLUOROMETANOS	(Tt)	E10/34
COLAS DE LAS DESCARGAS EN LA PRODUCCION DE METIL ETIL PIRIDINAS	(Tt)	E10/35



CORRIENTES COMBINADAS DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE NITROBENCENO/ANILINA	(Tt)	E10/36
FONDOS DE LA DESTILACION EN LA PRODUCCION DE NITROBENCENO MEDIANTE LA NITRACION DEL BENCENO	(Tt)	E10/37
FONDOS PESADOS O PRODUCTOS RESIDUALES DE LA ETAPA DE DESTILACION EN LA PRODUCCION DE TETRACLORURO DE CARBONO	(Tt)	E10/38
AGUA DE REACCION (SUBPRODUCTO) DE LA COLUMNA DE SECADO EN LA PRODUCCION DE TOLUENDIAMINA VIA HIDROGENACION DE DINITROTOLUENO	(Tt)	E10/39
FONDOS LIGEROS LIQUIDOS CONDENSADOS DE LA ETAPA DE PURIFICACION DE LA TOLUENDIAMINA OBTENIDA A TRAVES DE LA HIDROGENACION DE DINITROTOLUENO	(Tt)	E10/40
VECINALES DE LA ETAPA DE PURIFICACION DE LA TOLUENDIAMINA OBTENIDA A TRAVES DE LA HIDROGENACION DE DINITROTOLUENO	(Tt)	E10/41
FONDOS PESADOS DE LA ETAPA DE PURIFICACION DE LA TOLUENDIAMINA OBTENIDA A TRAVES DE LA HIDROGENACION DE DINITROTOLUENO	(Tt)	E10/42
FONDOS DE LA DESTILACION EN LA PRODUCCION DE ALFA- (O METIL-) CLORO TOLUENOS, CLORO TOLUENOS CON RADICALES CICLICOS, CLORUROS DE BENZOILO Y MEZCLAS DE ESTOS GRUPOS FUNCIONALES. (ESTE RESIDUO NO INCLUYE FONDOS DE LA DESTILACION DE CLORURO DE BENZOILO)	(Tt)	E10/43
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EXCLUYENDO LODOS DE NEUTRALIZACION Y BIOLÓGICOS, GENERADOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE TOLUENOS CLORADOS	(Tt)	E10/44
RESIDUOS ORGANICOS, EXCLUYENDO CARBON ADSORBENTE GASTADO, DEL CLORO GASEOSO GASTADO Y DEL PROCESO DE RECUPERACION DE ACIDO HIDROCLORICO ASOCIADO CON LA PRODUCCION DE ALFA- (O METIL-) CLORO TOLUENOS, CLORO TOLUENOS CON RADICALES CICLICOS, CLORUROS DE BENZOILO Y MEZCLAS DE ESTOS GRUPOS FUNCIONALES	(Tt)	E10/45
CATALIZADORES GASTADOS DEL REACTOR DE HIDROCLORACION EN LA PRODUCCION DE 1,1,1-TRICLOROETANO	(Tt)	E10/46
FONDOS DE LA ETAPA DE DESTILACION EN LA PRODUCCION DE 1,1,1-TRICLOROETANO	(Tt)	E10/47
FONDOS PESADOS DE LA COLUMNA DE DESTILACION DE PRODUCTOS PESADOS EN LA PRODUCCION DE 1,1,1-TRICLOROETANO	(Tt)	E10/48
RESIDUOS DEL LAVADOR CON VAPOR DEL PRODUCTO EN LA PRODUCCION DE 1,1,1-TRICLOROETANO	(Tt)	E10/49
FONDOS O RESIDUOS PESADOS DE LAS TORRES EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE TRICLOROETILENO	(Tt)	E10/50

LISTADO 2

CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR FUENTE NO ESPECIFICA



Residuo	CPR	Clave
RESIDUOS DEL MANEJO DE LA FIBRA DE ASBESTO PURO, INCLUYENDO POLVO, FIBRAS Y PRODUCTOS FACILMENTE DESMENUZABLES CON LA PRESION DE LA MANO (TODOS LOS RESIDUOS QUE CONTENGAN ASBESTO EL CUAL NO ESTE SUMERGIDO O FIJO EN UN AGLUTINANTE NATURAL O ARTIFICIAL)	(Tt)	NE 01
TODAS LAS BOLSAS QUE HAYAN TENIDO CONTACTO CON LA FIBRA DE ASBESTO, ASI COMO LOS MATERIALES FILTRANTES PROVENIENTES DE LOS EQUIPOS DE CONTROL COMO SON: LOS FILTROS, MANGAS, RESPIRADORES PERSONALES Y OTROS, QUE NO HAYAN RECIBIDO UN TRATAMIENTO PARA ATRAPAR LA FIBRA EN UN AGLUTINANTE NATURAL O ARTIFICIAL	(Tt)	NE 02
TODOS LOS RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA CUYA MATERIA PRIMA SEA EL ASBESTO Y LA FIBRA SE ENCUENTRE EN FORMA LIBRE, POLVO O FACILMENTE DESMENUZABLE CON LA PRESION DE LA MANO	(Tt)	NE 03
LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE APAGADO DE LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO DE METALES DONDE LOS CIANUROS SON USADOS EN LOS PROCESOS	(Tt)	NE 04
LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE OPERACIONES DE GALVANOPLASTIA EXCEPTO DE LOS SIGUIENTES PROCESOS: (1) ANODIZACION DE ALUMINIO EN ACIDO SULFURICO; (2) ESTAÑADO EN ACERO AL CARBON; (3) ZINCADO EN ACERO AL CARBON; (4) DEPOSITACION DE ALUMINIO O ZINC-ALUMINIO EN ACERO AL CARBON; (5) LIMPIEZA ASOCIADA CON ESTAÑADO, ZINCADO O ALUMINADO EN ACERO AL CARBON; Y (6) GRABADO QUIMICO Y ACABADO DE ALUMINIO DEPOSITADO EN ACERO AL CARBON	(Tt)	NE 05
LODOS DE LOS BAÑOS DE ANODIZACION DEL ALUMINIO Y LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL REVESTIMIENTO DE ALUMINIO POR CONVERSION QUIMICA	(Tt)	NE 06
RESIDUOS DE LOS BAÑOS EN OPERACIONES DE GALVANOPLASTIA DONDE LOS CIANUROS SON USADOS EN LOS PROCESOS	(R,Tt)	NE 07
SOLUCIONES GASTADAS DE BAÑOS DE CIANURO DE LAS OPERACIONES DE GALVANOPLASTIA	(R,Tt)	NE 08
SOLUCIONES GASTADAS DE LOS BAÑOS DE LIMPIEZA Y EN OPERACIONES DE GALVANOPLASTIA DONDE LOS CIANUROS SON USADOS EN LOS PROCESOS	(R,Tt)	NE 09
RESIDUOS DE LOS BAÑOS DE ACEITE EN LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO DE METALES	(R,Tt)	NE 10



SOLUCIONES GASTADAS DE LOS BAÑOS DE LIMPIEZA Y EN OPERACIONES DE GALVANOPLASTIA DONDE LOS CIANUROS SON USADOS EN LOS PROCESOS	(R,Tt)	NE 09
RESIDUOS DE LOS BAÑOS DE ACEITE EN LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO DE METALES	(R,Tt)	NE 10
SOLUCIONES GASTADAS DE CIANUROS DE LA LIMPIEZA DE TANQUES DE BAÑOS DE SAL EN LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO TERMICO DE METALES	(R,Tt)	NE 11
RESIDUOS GENERADOS EN LA PRODUCCION DE TRI-, TETRA- O PENTACLOROFENOL	(Th)	NE 12
RESIDUOS DE TETRA-, PENTA O HEXACLOROBENCENO PROVENIENTES DE SU USO COMO REACTANTE, PRODUCTO INTERMEDIO O COMPONENTE DE UNA FORMULACION, BAJO CONDICIONES ALCALINAS	(Th)	NE 13
RESIDUOS, EXCEPTO AGUAS RESIDUALES Y CARBON GASTADO DE LA PURIFICACION DE CLORURO DE HIDROGENO, DE LA PRODUCCION DE MATERIALES EN EQUIPOS PREVIAMENTE USADOS EN LA MANUFACTURA (COMO REACTIVO, PRODUCTO QUIMICO INTERMEDIO O COMPONENTE EN UN PROCESO DE FORMULACION) DE TRI- Y TETRA-CLOROFENOLES. ESTE RESIDUO NO INCLUYE DESECHOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCION O USO DE HEXACLOROFENO A PARTIR DEL 2,4,5-TRICLOROFENOL ALTAMENTE PURIFICADO	(Th)	NE 14
FONDOS LIGEROS CONDENSADOS, FILTROS GASTADOS Y FILTROS AYUDA Y RESIDUOS DE DESECANTE GASTADO DE LA PRODUCCION DE CIERTOS HIDROCARBUROS ALIFATICOS CLORADOS A TRAVES DE LOS PROCESOS CATALITICOS DE RADICALES LIBRES. ESTOS HIDROCARBUROS ALIFATICOS CLORADOS SON AQUELLOS CON CADENAS DE UNO HASTA CINCO CARBONOS Y QUE CONTIENEN CLORO EN CANTIDADES Y SUSTITUCIONES VARIADAS	(Tt)	NE 15
RESIDUOS DE LA PRODUCCION DE MATERIALES EN EQUIPOS PREVIAMENTE USADOS EN LA PRODUCCION O MANUFACTURA DE TETRA-, PENTA- O HEXACLOROBENCENOS (COMO REACTIVO, PRODUCTO QUIMICO INTERMEDIO O COMPONENTE EN UN PROCESO DE FORMULACION) BAJO CONDICIONES ALCALINAS, EXCEPTO AGUAS RESIDUALES Y CARBON GASTADO DE LA PURIFICACION DE CLORURO DE HIDROGENO	(Th)	NE 16
RESIDUALES DE PROCESO, FORMULACIONES GASTADAS DE PROCESOS DE PRESERVACION DE LA MADERA EN PLANTAS QUE UTILIZAN ACTUALMENTE O HAYAN UTILIZADO FORMULACIONES DE CLOROFENOL, EXCEPTO AQUELLOS QUE NO HAYAN ESTADO EN CONTACTO CON CONTAMINANTES DE PROCESO	(Tt)	NE 17
RESIDUALES DE PROCESO Y FORMULACIONES GASTADAS DE PROCESOS DE PRESERVACION DE LA MADERA EN PLANTAS QUE UTILICEN FORMULACIONES DE CREOSOTA, EXCEPTO AQUELLOS QUE NO HAYAN ESTADO EN CONTACTO CON CONTAMINANTES DE PROCESO	(Tt)	NE 18
RESIDUALES DE PROCESO Y FORMULACIONES GASTADAS DE PROCESOS DE PRESERVACION DE LA MADERA EN PLANTAS QUE UTILICEN FORMULACIONES INORGANICAS QUE CONTENGAN ARSENICO O CROMO PARA PRESERVAR LA MADERA, EXCEPTO AQUELLOS QUE NO HAYAN ESTADO EN CONTACTO CON CONTAMINANTES DE PROCESO	(Tt)	NE 19
LIXIVIADOS (LIQUIDOS QUE HAN PERCOLADO A TRAVES DE RESIDUOS DISPUESTOS EN TIERRA) RESULTANTES DE LA DISPOSICION DE UNO O MAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS SEÑALADOS EN ESTA NORMA	(Tt)	NE 20
RESIDUOS RESULTANTES DE LA INCINERACION O DE TRATAMIENTO TERMICO DE SUELOS CONTAMINADOS CON LOS RESIDUOS PELIGROSOS CON CLAVES NE 12, NE 13, NE 14 Y NE 16	(Tt)	NE 21

LISTADO 3

CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS RESULTADO DEL DESECHO DE PRODUCTOS QUIMICOS FUERA DE ESPECIFICACIONES O CADUCOS (TOXICOS AGUDOS)



No. CAS	Nombre	CPR	Clave
5344□82□1	1-(o-Clorofenil)tiourea/2-Clorofeniltiourea	(Th)	H026
58-90-2	2,3,4,6-Tetraclorofenol	(Th)	H1000
95-95-4	2,4,5-Triclorofenol	(Th)	H1001
93-76-5	2,4,5-Triclorofenoxiacético, ácido/2,4,5-T	(Th)	H1002
88-06-2	2,4,6-Triclorofenol	(Th)	H1003
51□28□5	2,4-Dinitrofenol	(Th)	H048
131□89□5	2-Ciclohexil-4,6-dinitrofenol	(Th)	H034
542□76□7	3-Cloropropionitrilo	(Th)	H027
(1) 534□52□1	4,6-Dinitro-o-cresol, y sales	(Th)	H047
504□24□5	4-Aminopiridina	(Th)	H008
2763□96□4	5-(Aminometil)-3-isoxazolol	(Th)	H007
591□08□2	Acetamida, G1159N-(aminotioxometil)-/1-Acetil-2-tiourea	(Th)	H002
107□02□8	Acroleína/2-Propenal	(Th)	H003
116□06□3	Aldicarb	(Th)	H070
1646□88□4	Aldicarb sulfona	(Th)	H203
309□00□2	Aldrín	(Th)	H004
122□09□8	alfa, alfa-Dimetilfenetilamina/Bencenoetanamina, alfa, alfa-dimetil	(Th)	H046
86□88□4	alfa-Naftiltiourea/Tiourea, 1-naftalenil	(Th)	H072

309□00□2	Aldrín	(Th)	H004
122□09□8	alfa, alfa-Dimetilfenetilamina/Bencenoetanamina, alfa, alfa-dimetil	(Th)	H046
86□88□4	alfa-Naftiltiourea/Tiourea, 1-naftalenil	(Th)	H072
107□18□6	Alílico, alcohol/2-Propen-1-ol	(Th)	H005
20859□73□8	Aluminio, fosfuro de	(R,Th)	H006
131□74□8	Amonio, picrato de/Fenol, 2,4,6-trinitro-, amonio sal	(R,Th)	H009
7803□55□6	Amonio, vanadato de	(Th)	H119
7778□39□4	Arsénico, ácido H ₃ AsO ₄	(Th)	H010
1327□53□3	Arsénico, óxido As ₂ O ₃	(Th)	H012
1303□28□2	Arsénico, óxido As ₂ O ₅	(Th)	H011
75□55□8	Aziridina, 2-Metil-/1,2-Propilenimina	(Th)	H067
151□56□4	Aziridina/Etilenoimina	(Th)	H054
542□62□1	Bario, cianuro de	(Th)	H013
108□98□5	Bencenotiol/Tiofenol	(Th)	H014
100□44□7	Benzilo, cloruro de/Clorometilbenceno	(Th)	H028
7440□41□7	Berilio, polvo de (todas las formas)	(Th)	H015
598□31□2	Bromoacetona/2-Propanona, 1-bromo-	(Th)	H017
357□57□3	Brucina	(Th)	H018
592□01□8	Calcio, cianuro de Ca(CN) ₂	(Th)	H021
1563□66□2	Carbofurano	(Th)	H127
75□15□0	Carbono, disulfuro de	(Th)	H022
55285□14□8	Carbosulfan	(Th)	H189
74□90□8	Cianhídrico, ácido	(Th)	H063
506□77□4	Cianógeno, cloruro de (CN)Cl	(Th)	H033
460□19□5	Cianógeno/Etanodinitrilo	(Th)	H031
----	Cianuro, sales solubles de (no especificadas de otra manera)	(Th)	H030
107□20□0	Cloracetaldehído	(Th)	H023
544□92□3	Cobre, cianuro de Cu(CN)	(Th)	H029
696□28□6	Diclorofenilarsina	(Th)	H036
542□88□1	Diclorometil éter/Metano, oxibis[cloro]	(Th)	H016
60□57□1	Dieldrín	(Th)	H037
692□42□2	Dietilarsina	(Th)	H038



309□00□2	Aldrín	(Th)	H004
122□09□8	alfa,alfa-Dimetilfenetilamina/Bencenoetanamina, alfa,alfa-dimetil	(Th)	H046
86□88□4	alfa-Naftiltiourea/Tiourea, 1-naftalenil	(Th)	H072
107□18□6	Alílico, alcohol/2-Propen-1-ol	(Th)	H005
20859□73□8	Aluminio, fosfuro de	(R,Th)	H006
131□74□8	Amonio, picrato de/Fenol, 2,4,6-trinitro-, amonio sal	(R,Th)	H009
7803□55□6	Amonio, vanadato de	(Th)	H119
7778□39□4	Arsénico, ácido H_3AsO_4	(Th)	H010
1327□53□3	Arsénico, óxido As_2O_3	(Th)	H012
1303□28□2	Arsénico, óxido As_2O_5	(Th)	H011
75□55□8	Aziridina, 2-Metil-/1,2-Propilenimina	(Th)	H067
151□56□4	Aziridina/Etilenoimina	(Th)	H054
542□62□1	Bario, cianuro de	(Th)	H013
108□98□5	Bencenotiol/Tiofenol	(Th)	H014
100□44□7	Benzilo, cloruro de/Clorometilbenceno	(Th)	H028
7440□41□7	Berilio, polvo de (todas las formas)	(Th)	H015
598□31□2	Bromoacetona/2-Propanona, 1-bromo-	(Th)	H017



357□57□3	Brucina	(Th)	H018
592□01□8	Calcio, cianuro de $\text{Ca}(\text{CN})_2$	(Th)	H021
1563□66□2	Carbofurano	(Th)	H127
75□15□0	Carbono, disulfuro de	(Th)	H022
55285□14□8	Carbosulfan	(Th)	H189
74□90□8	Cianhídrico, ácido	(Th)	H063
506□77□4	Cianógeno, cloruro de $(\text{CN})\text{Cl}$	(Th)	H033
460□19□5	Cianógeno/Etanodinitrilo	(Th)	H031
----	Cianuro, sales solubles de (no especificadas de otra manera)	(Th)	H030
107□20□0	Cloracetaldehído	(Th)	H023
544□92□3	Cobre, cianuro de $\text{Cu}(\text{CN})$	(Th)	H029
696□28□6	Diclorofenilsarsina	(Th)	H036
542□88□1	Diclorometil éter/Metano, oxibis[cloro	(Th)	H016
60□57□1	Dieldrín	(Th)	H037
692□42□2	Dietilarsina	(Th)	H038
311□45□5	Dietil-p-nitrofenil fosfato/Fosfórico ácido, dietil 4-nitrofenil éster	(Th)	H041
55□91□4	Diisopropilfluorofosfato (DFP)/Fosforofluorhídrico ácido, bis(1-metiletil) éster	(Th)	H043
644□64□4	Dimetilán	(Th)	H191
60□51□5	Dimetoato	(Th)	H044
88-85-7	Dinoseb/Fenol, 2-(1-metilpropil)-4,6-dinitro	(Th)	H020
298□04□4	Disulfotón	(Th)	H039
541□53□7	Ditiobiuret	(Th)	H049
115□29□7	Endosulfan	(Th)	H050
145□73□3	Endotal	(Th)	H088
(1) 72□20□8	Endrín, y sus metabolitos	(Th)	H051
51□43□4	Epinefrina	(Th)	H042
(1) 57□24□9	Estricnidín-10-ona, y sales/Estricnina, y sales	(Th)	H108
52□85□7	Famfur	(Th)	H097
62□38□4	Fenilmercurio, acetato de/Mercurio, (acetato-o)fenil-	(Th)	H092
103□85□5	Feniltiurea	(Th)	H093
57□47□6	Fisostigmina	(Th)	H204
57□64□7	Fisostigmina, salicilato de	(Th)	H188
7782□41□4	Fluorina	(Th)	H056
640□19□7	Fluoroacetamida/2-Fluoroacetamida	(Th)	H057
62□74□8	Fluoroacético, ácido, sal de sodio	(Th)	H058
298□02□2	Forato	(Th)	H094
23422□53□9	Formetanato, hidrocloreuro de	(Th)	H198
17702□57□7	Formparanato	(Th)	H197
7803□51□2	Fosfina/Fosfídrico, ácido	(Th)	H096
75□44□5	Fosgeno	(Th)	H095
76□44□8	Heptacloro	(Th)	H059
757□58□4	Hexaetil tetrafosfato/Tetrafosfórico, ácido, hexaetil éster	(Th)	H062
465□73□6	Isodrín	(Th)	H060
119□38□0	Isolan	(Th)	H192
15339□36□3	Manganeso dimetilditiocarbamato	(Th)	H196



16752□77□5	Metomil	(Th)	H066
315□8□4	Mexacarbato	(Th)	H128
(1) 54□11□5	Nicotina, y sales/Piridina, 3-(1-metil-2-pirrolidinil)-, (s)-, y sales	(Th)	H075
13463□39□3	Níquel carbonil Ni(CO) ₄ , (t-4)-	(Th)	H073
557□19□7	Níquel, cianuro de Ni(CN) ₂	(Th)	H074
10102□43□9	Nitrógeno, óxido de/Nítrico, óxido (NO)	(Th)	H076
10102□44□0	Nitrógeno, dióxido de	(Th)	H078
55□63□0	Nitroglicerina/1,2,3-Propanotriol, trinitrato de	(E,Th)	H081
62□75□9	n-Nitrosodimetilamina	(Th)	H082
4549□40□0	n-Nitrosometilvinilamina	(Th)	H084
297□97□2	o,o-dietil o-pirazinil fosforotioato	(Th)	H040
152□16□9	Octametilpirofosforamida/Difosforamida, octametil	(Th)	H085
20816□12□0	Osmio óxido OsO ₄ , (T-4)-	(Th)	H087
23135□22□0	Oxamil	(Th)	H194
56□38□2	Paration	(Th)	H089
106□47□8	p-Cloroanilina/Bencenamina, 4-cloro-	(Th)	H024
87-86-5	Pentaclorofenol	(Th)	H1004
506□64□9	Plata, cianuro de Ag(CN)	(Th)	H104
78□00□2	Plumbano, tetraetil-/Tetraetilo de plomo	(Th)	H110
100□01□6	p-Nitroanilina/Bencenamina, 4-nitro-	(Th)	H077
151□50□8	Potasio, cianuro de K(CN)	(Th)	H098
506□61□6	Potasio plata, cianuro de/Argentato(1-), bis(ciano-c)-, potasio	(Th)	H099
2631□37□0	Promecarb/Fenol, 3-metil-5-(1-metiletil)-, metil carbamato	(Th)	H201
107□12□0	Propanonitrilo	(Th)	H101
107□19□7	Propargil alcohol/2-Propin-1-ol	(Th)	H102
630□10□4	Selenourea	(Th)	H103
93-72-1	Silvex (2,4,5-TP)/Propanoico ácido, 2-(2,4,5-triclorofenoxi)-	(Th)	H1005
26628□22□8	Sodio, azida de	(Th)	H105
143□33□9	Sodio, cianuro de Na(CN)	(Th)	H106
1314□32□5	Talio, óxido de/Tálico, óxido Tl ₂ O ₃	(Th)	H113
12039□52□0	Talio, selenita de	(I,Th)	H114
7446□18□6	Talio, sulfato de	(I,Th)	H115
107□49□3	Tetraetilpirofosfato/Difosfórico ácido, tetraetil éster	(Th)	H111
3689□24□5	Tetraetilditiopirofosfato/Tiodifosfórico ácido, tetraetil éster	(Th)	H109
509□14□8	Tetranitrometano	(R,Th)	H112
39196□18□4	Tiofanax	(Th)	H045
79□19□6	Tiosemicarbazida/Hidrazinacarbotoamida	(Th)	H116
26419□73□8	Tirpato	(Th)	H185
8001□35□2	Toxafeno	(Th)	H123
75□70□7	Triclorometanotiol	(Th)	H118
1314□62□1	Vanadio, óxido de V ₂ O ₅	(Th)	H120
(1) 81□81□2	Warfarina, y sales, cuando están presentes en concentraciones mayores que 0.3%	(Th)	H001
557□21□1	Zinc, cianuro de Zn(CN) ₂	(Th)	H121
1314□84□7	Zinc, fosfuro de Zn ₃ P ₂ , cuando está presente en concentraciones mayores que 10%	(R,Th)	H122
137-30-4	Ziram	(Th)	H205

1.- En el caso de familias de isómeros de compuestos orgánicos, sólo se menciona el nombre del grupo, todos los isómeros se deben considerar constituyentes tóxicos (p.e. diclorobencenos, incluye al 1,2 1,3 y 1,4 diclorobencenos).



2.- La llamada (1) indica el número CAS de un compuesto equivalente.

LISTADO 4

CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS RESULTADO DEL DESECHO DE PRODUCTOS QUIMICOS FUERA DE ESPECIFICACIONES O CADUCOS (TOXICOS CRONICOS)



57□97□6	7,12-Dimetilbenzo[a]antraceno	(Tt)	T094
30558-43-1	A2213/Etanimidotoico ácido, 2-(Dimetilamino)-n-hidroxi-2-oxo-, metil éster	(Tt)	T394
75-36-5	Acetilo, cloruro de	(C,R,Tt)	T006
98-86-2	Acetofenona/1-Fenil-etanona	(Tt)	T004
67-64-1	Acetona	(I,Tt)	T002
75-05-8	Acetonitrilo/2-Propanona	(I,Tt)	T003
79-06-1	Acrilamida/2-Propenamida	(Tt)	T007
79□10□7	Acrílico ácido/2-Propenoico ácido	(I,Tt)	T008
107-13-1	Acrilonitrilo/2-Propennitrilo	(Tt)	T009
80□15□9	alfa,alfa-Dimetil bencilhidroperóxido	(R,Tt)	T096
134□32□7	alfa-Naftilamina/1-Naftalenamina	(Tt)	T167
61□82□5	Amitrol/1H-1,2,4-Triazol-3-amina	(Tt)	T011
62-53-3	Anilina/Bencenamina	(I,Tt)	T012
492-80-8	Auramina	(Tt)	T014
115□02□6	Azaserina/L-serina, diazoacetato(éster)	(Tt)	T015
101-27-9	Barban	(Tt)	T280
71-43-2	Benceno	(I,Tt)	T019
72-43-5	Benceno, 1,1□-(2,2,2-tricloroetiliden)bis[4-metoxi-	(Tt)	T247
98-09-9	Bencensulfonilo, cloruro de	(C,R,Tt)	T020
22781-23-3	Bendiocarb	(Tt)	T278
22961-82-6	Bendiocarb fenol	(Tt)	T364
17804-35-2	Benomil	(Tt)	T271
98-87-3	Benzal, cloruro de/Diclorometilbenceno	(Tt)	T017
92-87-5	Benzidina/[1,1'-Bifenil]-4,4'-diamina	(Tt)	T021
56-55-3	Benzo(a)antraceno	(Tt)	T018
50-32-8	Benzo(a)pireno	(Tt)	T022
225-51-4	Benzo(c)acridina	(Tt)	T016
98-07-7	Benzotricloro/Triclorometilbenceno	(C,R,Tt)	T023
91□59□8	Beta-Naftilamina/2-Naftalenamina/2-Naftilamina	(Tt)	T168
101-55-3	Bromofenil fenil éter	(Tt)	T030
74-83-9	Bromometano/Bromuro de metilo	(Tt)	T029
75□60□5	Cacodílico, ácido	(Tt)	T136
13765□19□0	Calcio, cromato de	(Tt)	T032
111□54□6	Carbamoditioico, ácido, 1,2-etanodilbis, sales y ésteres/Etilenbisditiocarbámico, ácido, sales y ésteres	(Tt)	T114
63□25□2	Carbaril	(Tt)	T279
10605□21□7	Carbendazim	(Tt)	T372
1563□38□8	Carbofurano fenol	(Tt)	T367
56□23□5	Carbono, tetracloruro de/Tetraclorometano	(Tt)	T211
353□50□4	Carbono, oxifluoruro de	(R,Tt)	T033
506□68□3	Cianógeno, bromuro de (CN)Br	(Tt)	T246
50□18□0	Ciclofosfamida	(Tt)	T058
110□82□7	Ciclohexano	(I,Tt)	T056
108□94□1	Ciclohexanona	(I,Tt)	T057
75□87□6	Cloral/Acetaldehído, tricloro	(Tt)	T034
305□03□3	Clorambucil	(Tt)	T035
57□74□9	Clordano, alfa y gamma isómeros	(Tt)	T036



13765□19□0	Calcio, cromato de	(Tt)	T032
111□54□6	Carbamoditioico, ácido, 1,2-etanodilbis, sales y ésteres/Etilenbisditiocarbámico, ácido, sales y ésteres	(Tt)	T114
63□25□2	Carbaril	(Tt)	T279
10605□21□7	Carbendazim	(Tt)	T372
1563□38□8	Carbofurano fenol	(Tt)	T367
56□23□5	Carbono, tetracloruro de/Tetraclorometano	(Tt)	T211
353□50□4	Carbono, oxifluoruro de	(R,Tt)	T033
506□68□3	Cianógeno, bromuro de (CN)Br	(Tt)	T246
50□18□0	Ciclofosfamida	(Tt)	T058
110□82□7	Ciclohexano	(I,Tt)	T056
108□94□1	Ciclohexanona	(I,Tt)	T057
75□87□6	Cloral/Acetaldehído, tricloro	(Tt)	T034
305□03□3	Clorambucil	(Tt)	T035
57□74□9	Clordano, alfa y gamma isómeros	(Tt)	T036
494□03□1	Clornafacina/Naftalenamina, n,n'-bis(2-Cloroetil)-	(Tt)	T026
108□90□7	Clorobenceno	(Tt)	T037
510□15□6	Clorobenzilato	(Tt)	T038
67□66□3	Cloroformo/Triclorometano	(Tt)	T044
107□30□2	Clorometil metil éter/Clorometoximetano	(Tt)	T046
8001-58-9	Creosota	(Tt)	T051
1319□77□3	Cresol (cresílico ácido)/Metilfenol	(Tt)	T052
218□01□9	Criseno	(Tt)	T050
4170□30□3	Crotonaldehído/2-Butenal	(Tt)	T053
98□82□8	Cumeno/Benceno, (1-metiletil)-	(Tt)	T055
20830□81□3	Daunomicina	(Tt)	T059
72-54-8	DDD	(Tt)	T060
50-29-3	DDT	(Tt)	T061
2303□16□4	Dialato	(Tt)	T062
53□70□3	Dibenz[a,h]antraceno	(Tt)	T063
189□55□9	Dibenzo[a,i]pireno	(Tt)	T064
84-74-2	Dibutil ftalato	(Tt)	T069
75□71□8	Diclorodifluorometano	(Tt)	T075
111-44-4	Dicloroetil éter/Etano, 1,1□-oxibis[2-cloro-	(Tt)	T025
108□60□1	Dicloroisopropil éter/Propano, 2,2'-oxibis[2-cloro-	(Tt)	T027
111□91□1	Diclorometoxi etano	(Tt)	T024
84□66□2	Dietil ftalato	(Tt)	T088
5952□26□1	Dietilen glicol, dicarbamato/Etanol, 2,2□-oxibis-, dicarbamato	(Tt)	T395
117-81-7	Dietilhexil ftalato	(Tt)	T028
56□53□1	Dietilstilbesterol/Fenol, 4,4□-(1,2-dietil- 1,2-etenedil)bis-	(Tt)	T089
94□58□6	Dihidrosafrole	(Tt)	T090
131□11□3	Dimetil ftalato	(Tt)	T102
77□78□1	Dimetil sulfato/Sulfúrico ácido, Dimetil éster	(Tt)	T103
124□40□3	Dimetilamina/Metanamina, n-metil	(I,Tt)	T092
79□44□7	Dimetilcarbamil, cloruro de/Carbámico cloruro de, dimetil	(Tt)	T097
117□84□0	Di-n-octil ftalato	(Tt)	T107
621□64□7	Di-n-propilnitrosamina/1-Propanamina, n-nitroso-n-propil-	(Tt)	T111
142□84□7	Dipropilamina/1-Propanamina, n-propil-	(I,Tt)	T110
106□89□8	Epiclorohidrin/Oxirano, (clorometil)-2-	(Tt)	T041
18883□66□4	Estreptozotocina/D-glucosa, 2-deoxi-2-[[[metilnitrosoamino)-carbonoil]amino]	(Tt)	T206
75□07□0	Etanal/Acetaldehído	(I,Tt)	T001
127□18□4	Eteno, tetracloro-	(Tt)	T210
51-79-6	Etil carbamato (uretano)/Carbámico ácido, etil éster	(Tt)	T238
60-29-7	Etil éter	(I,Tt)	T117
97-63-2	Etil metacrilato/2-Propenoico ácido, 2-metil-, etil éster	(Tt)	T118
62-50-0	Etil metanosulfonato/Metanosulfónico ácido, etil éster	(Tt)	T119



110□80□5	Etilen glicol monoetil éter/Etanol, 2-etoxi-	(Tt)	T359
107-06-2	Etileno dicloruro de/1,2-Dicloroetano	(Tt)	T077
96□45□7	Etilentiourea/2-imidazolidintona	(Tt)	T116
75□34□3	Etilideno, dicloruro de/Etano 1, 1-dicloro-	(Tt)	T076
141□78□6	Etilo, acetato de/Acético ácido, etil éster	(I,Tt)	T112
140□88□5	Etilo, acrilato de/2-Propenoico ácido, etil éster	(I,Tt)	T113
62□44□2	Fenacetina	(Tt)	T187
108□95□2	Fenol	(Tt)	T188
206□44□0	Fluoranteno	(Tt)	T120
7664□39□3	Fluorhídrico, ácido	(C,Tt)	T134
50□00□0	Formaldehído	(Tt)	T122
64□18□6	Fórmico, ácido	(C,Tt)	T123
1314□80□3	Fósforo, sulfuro de	(R,Tt)	T189
85□44□9	Fltálico anhídrido/1,3-Isobenzofurandiona	(Tt)	T190
98□01□1	Furfural	(I,Tt)	T125
110□00□9	Furfurano/Furan	(I,Tt)	T124
58-89-9	Gamma-BHC/Lindano	(Tt)	T129
118□74□1	Hexaclorobenceno	(Tt)	T127
87□68□3	Hexaclorobutadieno/1,3-Butadieno, 1, 1,2,3,4,4-hexacloro	(Tt)	T128
77□47□4	Hexaclorociclopentadieno/1,3-Ciclopentadieno, 1,2,3,4,5,5-hexacloro-	(Tt)	T130
67□72□1	Hexacloroetano	(Tt)	T131
70□30□4	Hexaclorofeno/2,2□-Metilenobis[3,4,6-triclorofenol	(Tt)	T132
1888□71□7	Hexacloropropeno/1-Propeno, 1, 1,2,3,3,3-hexacloro-	(Tt)	T243
302□01□2	Hidrazina	(R,Tt)	T133
1615□80□1	Hidrazina, 1,2-dietil-	(Tt)	T086
193□39□5	Indeno[1,2,3-cd]pireno	(Tt)	T137
78□83□1	Isobutil alcohol/1-Propanol, 2-metil-	(I,Tt)	T140
120□58□1	Isosafrola	(Tt)	T141
143□50□0	Kepona	(Tt)	T142
303□34□1	Lasiocarpina	(Tt)	T143
123□33□1	Maleica, hidracida/3,6-Piridazinediona, 1,2-dihidro-,	(Tt)	T148
108□31□6	Maleico, anhídrido/2,5-Furandiona	(Tt)	T147
109□77□3	Malononitrilo/Propanodinitrilo	(Tt)	T149
541□73□1	M-diclorobenceno/Benceno, 1,3-dicloro-	(Tt)	T071
148□82□3	Melfalan/L-fenilalanina, 4-[bis(2-Cloroetil)amino]	(Tt)	T150
7439-97-6	Mercurio (todas las formas)	(Tt)	T151
126□98□7	Metacrilonitrilo/2-Propenenitrilo, 2-metil	(I,Tt)	T152
67□56□1	Metanol	(I,Tt)	T154
91□80□5	Metapirileno	(Tt)	T155
79□22□1	Metil clorocarbonato/carbonoclorídico ácido, metil éster	(I,Tt)	T156
71-55-6	Metil cloroformo/1,1,1-tricloroetano	(Tt)	T226
78□93□3	Metil etil cetona (MEK)/2-butanona	(I,Tt)	T159
1338□23□4	Metil etil cetona peróxido/2-butanona, peróxido	(R,Tt)	T160
108□10□1	Metil isobutil cetona/4-Metil-2-pentanona/4-Metilpentanol	(I,Tt)	T161
80□62□6	Metil metacrilato/2-Propenoico ácido, 2-metil-, metil éster	(I,Tt)	T162
74-95-3	Metileno bromuro de	(Tt)	T068
75□09□2	Metileno cloruro de/Metano, dicloro-	(Tt)	T080



750902	Metileno cloruro de/Metano, dicloro-	(Tt)	T080
74-87-3	Metilo cloruro de	(l,Tt)	T045
74-88-4	Metilo, yoduro de	(Tt)	T138
560402	Metiltiouracilo	(Tt)	T164
2385-85-5	Mirex	(Tt)	T1000
500707	Mitomicín C	(Tt)	T010
702507	MNNG/Guanidina, n-metil-n'-nitro-n-nitroso-	(Tt)	T163
912003	Naftaleno	(Tt)	T165
713603	n-Butil alcohol/1-Butanol	(l,Tt)	T031
989503	Nitrobenceno	(l,Tt)	T169
11165407	n-Nitrosodietanolamina	(Tt)	T173
551805	n-Nitrosodietilamina	(Tt)	T174
9241603	n-Nitrosodi-n-butilamina	(Tt)	T172
7597309	n-Nitroso-n-etilurea	(Tt)	T176
6849305	n-Nitroso-n-metilurea	(Tt)	T177
6155302	n-Nitroso-n-metiluretano/Carbámico ácido, metilnitroso-, etil éster	(Tt)	T178
1007504	n-Nitrosopiperidina/Piperidina, 1-nitroso	(Tt)	T179
9305502	n-Nitrosopirrolidina/Pirrolidina, 1-nitroso	(Tt)	T180
1071008	n-Propilamina/1-Propanamina	(l,Tt)	T194
32885802	o,o-dietil s-metil ditiofosfato	(Tt)	T087
95-57-8	o-Clorofenol/2-Clorofenol	(Tt)	T048
955001	o-Diclorobenceno	(Tt)	T070
955304	o-Toluidina	(Tt)	T328
636-21-5	o-Toluidina, hidrocloreuro de	(Tt)	T222
752108	Oxirano/Etileno, óxido de	(l,Tt)	T115
7653404	Oxiranocarboxialdehído/Glicidialdehído	(Tt)	T126
1236307	Paraldehído/1,3,5-Trioxano, 2,4,6-trimetil-	(Tt)	T182
595007	p-Cloro-m-cresol/4-Cloro-3-metilfenol	(Tt)	T039
1064607	p-Diclorobenceno	(Tt)	T072
601107	p-Dimetilaminoazobenceno	(Tt)	T093
6089305	Pentaclorobenceno	(Tt)	T183
760107	Pentacloroetano	(Tt)	T184
826808	Pentacloronitrobenceno (PCNB)	(Tt)	T185
1108601	Piridina	(Tt)	T196
13353206	Plomo, subacetato/Plomo, bis(acetato-o)tetrahidroxitri-	(Tt)	T146
3010402	Plomo, acetato de	(Tt)	T144
74462707	Plomo, fosfato de	(Tt)	T145
1000207	p-Nitrofenol/4-Nitrofenol	(Tt)	T170
1224209	Profam/Carbámico ácido, fenil-, 1-metiletil éster	(Tt)	T373
239505805	Pronamida	(Tt)	T192
78-87-5	Propileno, dicloruro de/1,2-Dicloropropano	(Tt)	T083
1142601	Propoxur/Fenol, 2-(1-metiletoxi)-, metilcarbamato	(Tt)	T411
528888009	Prosulfocarb/Carbamotioico ácido, dipropil-, s-(fenilmetil) éster	(Tt)	T387
1064900	p-Toluidina	(Tt)	T353
505505	Reserpina	(Tt)	T200
1084603	Resorcinol	(Tt)	T201
(1) 810702	Sacarina, y sales/1,2-Benzisotiazol-3(2h)-ona, 1,1-dióxido, y sales	(Tt)	T202
945907	Safrole	(Tt)	T203



7783□00□8	Selenio, dióxido de	(Tt)	T204
7488□56□4	Selenio, sulfuro de SeS_2	(R,Tt)	T205
7783□06□4	Sulfhídrico, ácido	(Tt)	T135
563□68□8	Talio, acetato de	(I,Tt)	T214
6533□73□9	Talio, carbonato de/Carbonoico ácido, ditalio(1+) sal	(I,Tt)	T215
7791□12□0	Talio, cloruro de	(Tt)	T216
10102□45□1	Talio, nitrato de/Nítrico ácido, sal de talio (1+)	(I,Tt)	T217
127□18□4	Tetracloroetileno	(Tt)	T210
109□99□9	Tetrahidrofurano	(I,Tt)	T213
62□55□5	Tioacetamida/Etanotioamida	(Tt)	T218
59669□26□0	Tiodicarb	(Tt)	T410
23564□05□8	Tiofanato-metil	(Tt)	T409
74□93□1	Tiometano/Metanotiol	(I,Tt)	T153
62□56□6	Tiourea	(Tt)	T219
137□26□8	Tiram	(Tt)	T244
25376□45□8	Toluendiamina	(Tt)	T221
26471□62□5	Tolueno, diisocianato de	(R,Tt)	T223
108□88□3	Tolueno/Metilbenceno	(Tt)	T220
156-60-5	Trans-1,2-dicloroetileno/1,2-dicloroetileno	(Tt)	T079
2303□17□5	Trialato	(Tt)	T389
75-25-2	Tribromometano/Bromoformo	(Tt)	T225
79□01□6	Tricloroetileno	(Tt)	T228
75□69□4	Tricloromonofluorometano	(Tt)	T121
121□44□8	Trietilamina/Etanamina, n,n-dietil-	(I,Tt)	T404
72□57□1	Tripan, azul de	(Tt)	T236
126□72□7	Tris (2,3-dibromopropil) fosfato/1-propanol, 2,3-dibromo-, fosfato (3:1)	(Tt)	T235
66□75□1	Uracilo, mostaza de	(Tt)	T237
75□01□4	Vinilo, cloruro de/Cloroeteno	(Tt)	T043
(1) 81□81□2	Warfarina, y sales, cuando están presentes en concentraciones menores que 0.3%	(Tt)	T248
1330□20□7	Xileno, isómeros	(Tt)	T239
1314□84□7	Zinc, fosfuro de Zn_3P_2 , cuando está presente en concentraciones menores o iguales a 10%	(Tt)	T249

NOTAS:

- 1.- En el caso de familias de isómeros de compuestos orgánicos, sólo se menciona el nombre del grupo, todos los isómeros se deben considerar constituyentes tóxicos (p.e. diclorobencenos, incluye al 1,2 1,3 y 1,4 diclorobencenos).
- 2.- La llamada (1) indica el número CAS de un compuesto equivalente.

LISTADO 5

CLASIFICACION POR TIPO DE RESIDUOS, SUJETOS A CONDICIONES PARTICULARES DE MANEJO



Residuo	CPR	Clave
BATERIAS, CELDAS Y PILAS		
CELDAS DE DESECHO EN LA PRODUCCION DE BATERIAS NIQUEL-CADMIO	(T)	RP 1/01
PILAS O BATERIAS ZINC-OXIDO DE PLATA USADAS O DESECHADAS	(T)	RP 1/02
CATALIZADORES GASTADOS		
CATALIZADOR GASTADO CON OXIDOS DE FIERRO, CROMO Y POTASIO PROVENIENTES DEL REACTOR DE DESHIDROGENACION EN LA PRODUCCION DE ESTIRENO	(T)	RP 2/01
CATALIZADOR GASTADO DE CLORURO DE MERCURIO EN LA PRODUCCION DE CLORO	(T)	RP 2/02
CATALIZADOR GASTADO DE LA PURGA DE LA TORRE DE APAGADO EN LA PRODUCCION DE ACRILONITRILLO	(T)	RP 2/03
CATALIZADORES GASTADOS EN LA PRODUCCION DE MATERIALES PLASTICOS Y RESINAS SINTETICAS	(T)	RP 2/04
CATALIZADORES GASTADOS DE VEHICULOS AUTOMOTORES	(T,C)	RP 2/05
ESCORIAS		
ESCORIAS PROVENIENTES DEL HORNO DE FUNDICION DE CHATARRA EN LA PRODUCCION DE ALUMINIO	(T)	RP 3/01
ESCORIAS PROVENIENTES DEL HORNO ELECTRICO EN LA PRODUCCION DE FOSFORO	(T)	RP 3/02
ESCORIAS PROVENIENTES DEL HORNO EN LA PRODUCCION SECUNDARIA DE COBRE	(T)	RP 3/03
ESCORIAS PROVENIENTES DEL HORNO EN LA PRODUCCION SECUNDARIA DE PLOMO	(T)	RP 3/04
LODOS		
ACABADO DE METALES Y GALVANOPLASTIA		
LODOS DE LOS TANQUES DE ENFRIAMIENTO CON ACEITES UTILIZADOS EN LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO EN CALIENTE DE METALES	(T)	RP 4/01
LODOS PROVENIENTES DE LAS OPERACIONES DE DECAPADO O DEL DESENGRASADO	(T)	RP 4/02
LODOS PROVENIENTES DE LOS BAÑOS DE CADMIZADO, COBRIZADO, CROMADO, ESTAÑADO, FOSFATIZADO, LATONADO, NIQUELADO, PLATEADO, TROPICALIZADO O ZINCADO DE PIEZAS METALICAS	(T,C)	RP 4/03
BENEFICIO DE METALES		
LODOS DEL ANODO ELECTROLITICO EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE ZINC	(T)	RP 4/04
LODOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DE HORNOS ELECTRICOS EN LA PRODUCCION DE HIERRO Y ACERO	(T)	RP 4/05
LODOS DEL LAVADOR DE GASES EN LA FUNDICION Y REFINADO DE ALUMINIO	(T)	RP 4/06
LODOS DE LA MANUFACTURA DE ALEACIONES DE NIQUEL	(T)	RP 4/07
LODOS DE LAS PURGAS DE LAS PLANTAS DE ACIDO EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE COBRE	(T)	RP 4/08
LODOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DE LA PRODUCCION DE FERROALEACIONES DE HIERRO-CROMO-SILICIO	(T)	RP 4/09
LODOS PROVENIENTES DE LA LAGUNA DE EVAPORACION EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE PLOMO	(T)	RP 4/10
LODOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DEL AFINADO EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE PLOMO	(T)	RP 4/11
CURTIDURIA		
LODOS GENERADOS EN EL PROCESO DE DESENCALADO Y DEPILADO	(C,R)	RP 4/12
LODOS GENERADOS EN EL PROCESO DE PELAMBRE O DEPILADO (ENCALADO)	(C,R)	RP 4/13
LODOS GENERADOS EN LA ETAPA DE CURTIDO AL CROMO	(C)	RP 4/14
MATERIALES PLASTICOS Y RESINAS SINTETICAS		
LODOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS SISTEMAS DE LAVADO DE EMISIONES ATMOSFERICAS	(T)	RP 4/15
LODOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE MONOMEROS	(T,I)	RP 4/16
METALMECANICA		
LODOS GENERADOS EN LAS CASETAS DE APLICACION DE PINTURA	(T)	RP 4/17
LODOS PRODUCTO DE LA REGENERACION DE ACEITES DE ENFRIAMIENTO GASTADOS	(T)	RP 4/18
PETROLEO, GAS Y PETROQUIMICA		
LODOS DE LOS SEPARADORES API Y CARCAMOS EN LA PRODUCCION DE PETROQUIMICOS	(T,I)	RP 4/19
PINTURAS Y PRODUCTOS RELACIONADOS		
LODOS DE DESTILACION DE SOLVENTES	(T)	RP 4/20



LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
ACABADO DE METALES Y GALVANOPLASTIA		
LODOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAS OPERACIONES DE ENJUAGUE DE PIEZAS METALICAS PARA REMOVER SOLUCIONES CONCENTRADAS	(T)	RP 5/01
PILAS Y BATERIAS		
LODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE BATERIAS PLOMO-ACIDO	(T)	RP 5/02
LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE BATERIAS NIQUEL-CADMIO	(T)	RP 5/03
QUIMICA INORGANICA		
LODOS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA PRODUCCION DE ACIDO FLUORHIDRICO	(T)	RP 5/04
POLVOS		
BENEFICIO DE METALES		
POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DE HORNOS ELECTRICOS EN LA PRODUCCION DE HIERRO Y ACERO	(T)	RP 6/01
POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DEL AFINADO EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE PLOMO	(T)	RP 6/02
POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DE LA PRODUCCION DE FERROALEACIONES DE HIERRO-CROMO	(T)	RP 6/03
POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DE LA PRODUCCION DE FERROALEACIONES DE HIERRO-CROMO-SILICIO	(T)	RP 6/04
QUIMICA INORGANICA		
POLVOS RECUPERADOS EN EL PRECIPITADOR ELECTROSTATICO O CASA DE BOLSA EN LA PRODUCCION DE FOSFORO	(T)	RP 6/05
OTROS RESIDUOS		
ACABADO DE METALES Y GALVANOPLASTIA		
ACEITES GASTADOS EN LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO EN CALIENTE DE METALES	(T)	RP 7/01
SALES PRECIPITADAS DE LOS BAÑOS DE REGENERACION DE NIQUEL	(T)	RP 7/02
RESIDUOS CONTENIENDO MERCURIO DE LOS PROCESOS ELECTROLITICOS	(T)	RP 7/03
RESIDUOS DE CATALIZADORES AGOTADOS	(T,C)	RP 7/04
BENEFICIO DE METALES		
COLAS EN LAS PLANTAS DE MANUFACTURA DE FERROALEACIONES DE HIERRO-NIQUEL	(T)	RP 7/05
PURGAS DE LA PLANTA DE ACIDO EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE ZINC	(T)	RP 7/06
RESIDUO DE LIXIVIADO DE LA PLANTA DE CADMIO EN LA PRODUCCION PRIMARIA DE ZINC	(T)	RP 7/07
COMPONENTES ELECTRONICOS		
RESIDUOS DE SOLDADURA EN LA PRODUCCION DE CIRCUITOS ELECTRONICOS QUE CONTENGAN PLOMO U OTROS METALES DE LA TABLA 2 DE ESTA NOM	(T)	RP 7/08
RESIDUOS DE SOLVENTES EMPLEADOS EN LA LIMPIEZA DE LAS PLACAS EN LA PRODUCCION DE CIRCUITOS ELECTRONICOS	(T)	RP 7/09
RESIDUOS GENERADOS EN LA PREPARACION DE PIGMENTOS MAGNETICOS Y EN LA PREPARACION DE LA MEZCLA DE COBERTURA EN LA PRODUCCION DE CINTAS MAGNETICAS	(T)	RP 7/10
RESIDUOS PROVENIENTES DEL RECUBRIMIENTO DE TUBOS ELECTRONICOS DURANTE LA PRODUCCION DE LOS MISMOS	(T)	RP 7/11
CURTIDURIA		
RESIDUOS QUE CONTIENEN CROMO POR ENCIMA DE LOS LMP DE LA TABLA 2 EXCEPTO SI: TODAS LAS SALES O SOLUCIONES UTILIZADAS EN EL PROCESO PRODUCTOR SEAN DE CROMO TRIVALENTE Y LOS RESIDUOS SE MANEJEN DURANTE TODO SU CICLO DE VIDA EN CONDICIONES NO OXIDANTES	(T)	RP 7/12

EXPIRES

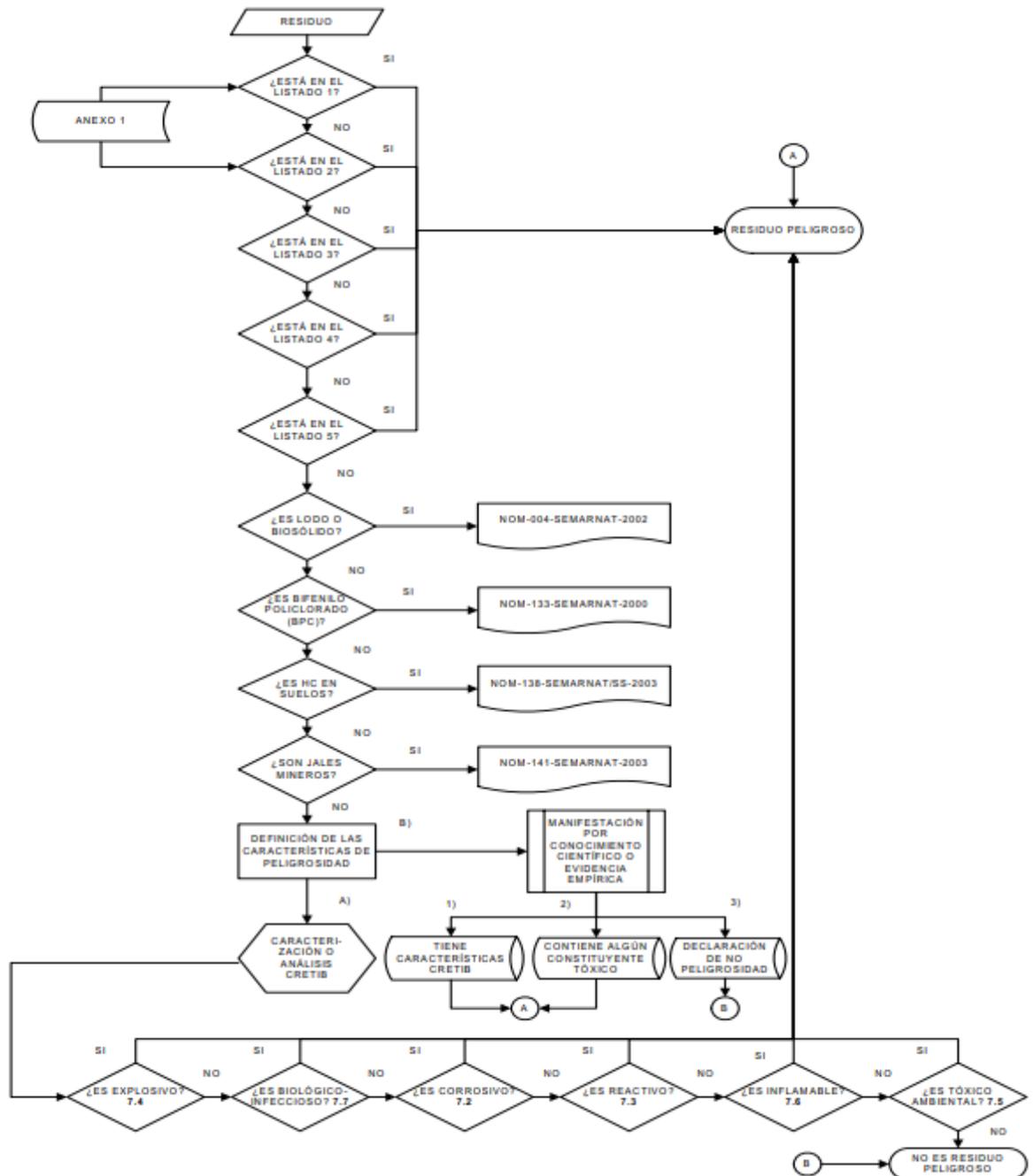


EXPLOSIVOS		
RESIDUOS DE ACIDOS GASTADOS DE LA MANUFACTURA DE DINAMITA Y POLVORA	(R,E)	RP 7/13
RESIDUOS DE LA MANUFACTURA DE CERILLOS Y PRODUCTOS PIROTECNICOS	(R,E)	RP 7/14
RESIDUOS DE LA MANUFACTURA DEL PROPELENTE SOLIDO	(R,E)	RP 7/15
MATERIALES PLASTICOS Y RESINAS SINTETICAS		
FONDOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE MONOMEROS EN LA PRODUCCION DE MATERIALES PLASTICOS Y RESINAS SINTETICAS	(T,I)	RP 7/16
METALMECANICA		
ACEITES GASTADOS DE CORTE Y ENFRIAMIENTO EN LAS OPERACIONES DE TROQUELADO, FRESADO, TALADRADO Y ESMERILADO	(T)	RP 7/17
CARBON ACTIVADO AGOTADO PROVENIENTE DEL SISTEMA DE EMISIONES DE LA CASETA DE PINTADO	(T)	RP 7/18
RESIDUOS DEL PROCESO DE EXTRUSION DE TUBERIA DE COBRE	(T)	RP 7/19
RESIDUOS DE LAS OPERACIONES DE LIMPIEZA ALCALINA O ACIDA	(C,T)	RP 7/20
PETROLEO, GAS Y PETROQUIMICA		
ACEITES SOLUBLES EN ACIDO (ASAS) PROVENIENTES DE LOS PROCESOS DE ALQUILACION DE HIDROCARBUROS	(I)	RP 7/21
AMINAS GASTADAS, FILTROS DE AMINA CONTAMINADA, LODOS DE AMINA, SOLUCION ACUOSA DE AMINA CONTAMINADA, PRODUCTOS DE LA DEGRADACION DE LA AMINA, ASI COMO SOLIDOS RECUPERADOS (FONDOS) PROVENIENTES DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DEL GAS Y CONDENSADOS AMARGOS. OTROS PRODUCTOS DE LA DEGRADACION DE AMINAS DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO, CRACKING Y FRACCIONAMIENTO DE AZUFRE	(T)	RP 7/22
CLORADOS INTERMEDIOS PROVENIENTES DEL FONDO DE LA COLUMNA REDESTILADORA DE MONOMERO DE VINILO	(C,T,I)	RP 7/23
CLORADOS PESADOS PROVENIENTES DE LOS FONDOS DE LA COLUMNA DE PURIFICACION DE DICLOROETANO	(C,T,I)	RP 7/24
DERIVADOS HEXACLORADOS PROVENIENTES DE LOS FONDOS DE LA COLUMNA DE RECUPERACION DE PERCLOROETILENO	(T)	RP 7/25
POLIMERO DE LA PURGA DE LA TORRE DE APAGADO EN LA PRODUCCION DE ACRILONITRILLO	(T)	RP 7/26
RESIDUOS DE LA DESHIDROGENACION DEL N-BUTANO EN LA PRODUCCION DE BUTADIENO	(T)	RP 7/27
SEDIMENTO IMPREGNADO DE HIDROCARBUROS PROVENIENTES DE LAS CORRIDAS DE DIABLO	(T)	RP 7/28
SOSAS GASTADAS Y SOSAS FENOLICAS PROVENIENTES DE LOS PROCESOS DE ENDULZAMIENTO DE HIDROCARBUROS	(C,T)	RP 7/29
PILAS Y BATERIAS		
PASTA DE DESECHO EN LA PRODUCCION DE PILAS SECAS (CELDA PRIMARIAS-ALCALINAS Y ACIDAS)	(T)	RP 7/30
RESIDUOS DE LOS HORNOS DE LA PRODUCCION DE BATERIAS DE MERCURIO	(T)	RP 7/31
PINTURAS Y PRODUCTOS RELACIONADOS		
FELPAS IMPREGNADAS DE PIGMENTOS DE CROMO Y PLOMO	(T)	RP 7/32
RESIDUOS DE AGENTES SECANTES PARA PINTURAS, LACAS, BARNICES, MASILLAS PARA RESANAR Y PRODUCTOS DERIVADOS	(T)	RP 7/33
RESIDUOS DE DISOLVENTES EMPLEADOS EN EL LAVADO DE LOS EQUIPOS DE PROCESO	(T,C)	RP 7/34
RESIDUOS DE MONOMEROS AUTOPOLIMERIZABLES	(T,R)	RP 7/35
RESIDUOS DE RETARDADORES DE FLAMA	(T)	RP 7/36
RESIDUOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AIRE	(T)	RP 7/37
QUIMICA FARMACEUTICA		
CARBON ACTIVADO GASTADO DE LA PRODUCCION DE FARMOQUIMICOS Y MEDICAMENTOS QUE HAYA TENIDO CONTACTO CON PRODUCTOS QUE CONTENGAN CONSTITUYENTES TOXICOS DE LOS LISTADOS 3 Y 4 DE ESTA NORMA	(T)	RP 7/38



LOS MEDICAMENTOS FUERA DE ESPECIFICACIONES O CADUCOS QUE NO APAREZCAN EN LOS LISTADOS 3 Y 4 DE ESTA NORMA OFICIAL MEXICANA	(T)	RP 7/39
RESIDUOS BIOLÓGICOS NO INACTIVADOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOLÓGICOS Y HEMODERIVADOS	(B)	RP 7/40
RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOLÓGICOS Y HEMODERIVADOS QUE CONTENGAN CONSTITUYENTES TOXICOS DE LOS LISTADOS 3 Y 4 DE ESTA NORMA	(B)	RP 7/41
RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE FARMACÉUTICOS Y MEDICAMENTOS QUE CONTENGAN CONSTITUYENTES TOXICOS DE LOS LISTADOS 3 Y 4 DE ESTA NORMA	(T)	RP 7/42
QUÍMICA INORGÁNICA		
FILTRO AYUDA GASTADO (TORTAS DE FILTROS) EN LA PRODUCCIÓN DE FOSFORO Y PIGMENTOS DE CROMO Y DERIVADOS	(T)	RP 7/43
RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE CARBONIL DE NIQUEL	(T)	RP 7/44
QUÍMICA ORGÁNICA		
MEDIOS FILTRANTES GASTADOS DE LA PRODUCCIÓN DE 2,4,6-TRIBROMOFENOL	(T)	RP 7/45
RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS DEL REACTOR EN LA PRODUCCIÓN DEL NITROBENCENO	(T)	RP 7/46
RESIDUOS DE LA DESTILACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ANHIDRIDO MALEICO	(T, C)	RP 7/47
RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE 2,4,6-TRIBROMOFENOL	(T)	RP 7/48
RESIDUOS DE LAS TORRES DE LAVADO DE GASES EN LA PRODUCCIÓN DE METIL ETIL PIRIDINA	(T)	RP 7/49
TEXTILES		
AGENTES MORDIENTES GASTADOS RESIDUALES	(T)	RP 7/50
RESIDUOS ÁCIDOS O ALCALINOS	(C)	RP 7/51
RESIDUOS DE ADHESIVOS Y POLÍMEROS	(T)	RP 7/52
RESIDUOS DE AGENTES ENLAZANTES Y DE CARBONIZACIÓN	(T)	RP 7/53
RESIDUOS PROVENIENTES DEL BLANQUEADO	(C,T)	RP 7/54
VARIOS		
CENIZAS DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS	(T)	RP 7/55
GASOLINA, DIESEL Y NAFTAS GASTADOS O SUCIOS PROVENIENTES DE ESTACIONES DE SERVICIO Y TALLERES AUTOMOTRICES	(T)	RP 7/56
RESIDUOS DE LIQUIDO BLANQUEADOR, FIJADOR, ESTABILIZADOR Y AGUAS DE ENJUAGUE PROVENIENTES DEL REVELADO DE PAPEL FOTOGRÁFICO, PLACAS RADIOGRÁFICAS O DE RAYOS X Y FOTOLITOS	(T)	RP 7/57
SOLUCIONES GASTADAS		
ACABADO DE METALES Y GALVANOPLOSTIA		
SOLUCIONES GASTADAS DE LOS BAÑOS DE ANODIZACIÓN DEL ALUMINIO	(T)	RP 8/01
SOLUCIONES GASTADAS DE CIANURO DE LOS CRISOLES DE LIMPIEZA CON BAÑOS DE SALES EN LAS OPERACIONES DE TRATAMIENTO EN CALIENTE DE METALES	(R,T)	RP 8/02
SOLUCIONES GASTADAS PROVENIENTES DE LAS OPERACIONES DE DECAPADO	(T)	RP 8/03
SOLUCIONES GASTADAS PROVENIENTES DE LOS BAÑOS DE CADMIZADO, COBRIZADO, CROMADO, ESTAÑADO, FOSFATIZADO, LATONADO, NIQUELADO, PLATEADO, TROPICALIZADO O ZINCADO DE PIEZAS METÁLICAS	(T,C)	RP 8/04
BENEFICIO DE METALES		
SOLUCIÓN GASTADA DEL LAVADOR DE GASES QUE PROVIENE DEL PROCESO DEL AFINADO EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE PLOMO	(T)	RP 8/05
COMPONENTES ELECTRÓNICOS		
SOLUCIONES ÁCIDAS GASTADAS PROVENIENTES DE LA LIMPIEZA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMICONDUCTORES	(T)	RP 8/06
SOLUCIONES GASTADAS PROVENIENTES DEL BAÑO DE PLAQUEADO EN LA PRODUCCIÓN DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS	(T)	RP 8/07
METALMECÁNICA		
SOLUCIONES GASTADAS DE LOS BAÑOS DE TEMPLADO PROVENIENTES DE LAS OPERACIONES DE ENFRIAMIENTO	(T)	RP 8/08
SOLUCIONES GASTADAS PROVENIENTES DE LA EXTRUSIÓN	(C,T)	RP 8/09
PRESERVACIÓN DE LA MADERA		
SOLUCIONES GASTADAS GENERADAS EN LOS PROCESOS DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA	(T)	RP 8/10

FIGURA 1.
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICAR LA PELIGROSIDAD DE UN RESIDUO (LISTADOS Y CARACTERIZACION)





Para los residuos peligrosos de los Listados 1 y 2 se podrán solicitar Condiciones Particulares de Manejo, según lo establecido en el Reglamento.

ANEXO 1

BASES PARA LISTAR RESIDUOS PELIGROSOS POR “FUENTE ESPECIFICA” Y “FUENTE NO ESPECIFICA”, EN FUNCION DE SUS TOXICIDADES AMBIENTAL, AGUDA O CRONICA



Clave	Constituyentes por los que se listaron los residuos
E1/01	Cianuro (complejos)
E1/02	Cromo hexavalente, plomo
E1/03	Cromo hexavalente, plomo, cadmio
E1/04	Plomo, benceno, benzo(a)pireno, dibenz(a,h)antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, 3-metilclorantreno, 7,12-dimetilbenz(a)antraceno
E2/01	Arsénico, benceno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, cianuro, compuestos fenólicos, dibenz(a,h)antraceno, fenol, indeno(1,2,3-cd)pireno, naftaleno
E3/01	N.A.
E3/02	Plomo
E3/03	N.A.
E4/01	Benceno y arsénico
E4/02	Benceno, benzo(a)pireno, criseno, plomo, cromo
E4/03	Benceno, benzo(a)pireno, criseno, plomo, cromo
E4/04	Cromo hexavalente, plomo
E4/05	Plomo, benceno, benzo(a)pireno, dibenz(a,h)antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, 3-metilclorantreno, 7,12-dimetilbenz(a)antraceno.
E4/06	Cromo hexavalente
E4/07	Cromo hexavalente, plomo
E4/08	Cromo hexavalente, plomo
E4/09	Cloroformo, formaldehído, cloruro de metileno, cloruro de metilo, paraldehído, ácido fórmico
E4/10	Cloroformo, formaldehído, cloruro de metileno, cloruro de metilo, paraldehído, ácido fórmico, cloracetaldehído
E4/11	Clorometano, diclorometano, triclorometano, tetracloruro de carbono, cloroetileno, 1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetano, trans-1,1-dicloroetileno, 1,1-dicloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tricloroetileno, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano, tetracloroetileno, pentacloroetano, hexacloroetano, cloruro de alilo (3-cloropropano), dicloropropano, dicloropropeno, 2-cloro-1,3-butadieno, hexacloro-1,3-butadieno, hexaclorociclopentadieno, hexaclorociclohexano, benceno, clorobenceno, diclorobencenos, 1,2,4-triclorobenceno, tetraclorobenceno, pentaclorobenceno, hexaclorobenceno, tolueno, naftaleno
E5/01	Plomo, cromo hexavalente
E6/01	Arsénico, hexaclorociclopentadieno, creosota, criseno, naftaleno, fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, benzo(a)antraceno, dibenz(a)antraceno, acenaftaleno tolueno, ésteres de ácidos fósforoditioico y fósforotioico, forato, formaldehído, toxafeno
E6/02	Arsénico, hexaclorociclopentadieno, clordano, heptacloro, tolueno, ésteres de ácidos fósforoditioico y fósforotioico, forato, formaldehído, 2,4-diclorofenol, 2,6-diclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, toxafeno, etilentiourea, dimetil sulfato y bromuro de metilo
E7/01	Pentaclorofenol, fenol, 2-clorofenol, p-cloro-m-cresol, 2,4-dimetilfenil, 2,4-dinitrofenol, triclorofenoles, tetraclorofenoles, 2,4-dinitrofenol, creosota, criseno, naftaleno, fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, benzo(a)antraceno, dibenz(a)antraceno, acenaftaleno
E8/01	Arsénico
E8/02	Arsénico
E9/01	Arsénico, plomo
E9/02	Antimonio
E9/03	Mercurio
E9/04	Mercurio



E9/05	Cloroformo, tetracloruro de carbono, hexacloroetano, tricloroetano, tetracloroetileno, dicloroetileno, 1,1,2,2-tetracloroetano
E9/06	Cromo hexavalente, plomo
E9/07	Cromo hexavalente, plomo
E9/08	Cromo hexavalente
E9/09	Cromo hexavalente
E9/10	Cianuro (complejos), cromo hexavalente
E9/11	Cromo hexavalente, plomo
E9/12	Cromo hexavalente
E9/13	Talio
E10/01	Acilonitrilo, acetonitrilo, ácido cianhídrico
E10/02	Acilonitrilo, acetonitrilo, ácido cianhídrico
E10/03	Acetonitrilo, acrilamida
E10/04	Anhídrido ftálico, anhídrido maléico
E10/05	Anhídrido ftálico, 1,4-naftoquinona
E10/06	Anhídrido ftálico, anhídrido maléico
E10/07	Anhídrido ftálico
E10/08	Anilina, difenilamina, nitrobenzono, fenilenediamina
E10/09	Anilina, nitrobenzono, fenilenediamina
E10/10	Tetracloruro de carbono, formaldehído, cloruro de metilo, cloruro de metileno, piridina, trietilamina
E10/11	Benceno, butilato, eptc, molinato, pebulato, vernolato
E10/12	Benomil, carbendazim, carbofurán, carbosulfán, cloroformo, cloruro de metileno
E10/13	Benomil, carbaril, carbendazim, carbofurán, carbosulfán, formaldehído, cloruro de metileno, trietilamina
E10/14	Antimonio, arsénico, metam-sodio, ziram
E10/15	Benceno, diclorobencenos, triclorobencenos, tetraclorobencenos, pentaclorobenceno, hexaclorobenceno, cloruro de bencilo
E10/16	Benceno, monoclorobenceno, diclorobencenos, 2,4,6-triclorofenol
E10/17	Cloruro de bencilo, clorobenceno, tolueno, triclorobenceno
E10/18	1,2-dicloroetano, tricloroetileno, hexaclorobutadieno, hexaclorobenceno
E10/19	Dicloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tetracloroetanos (1,1,2,2-tetracloroetano y 1,1,1,2-tetracloroetano), tricloroetileno, tetracloroetileno, tetracloruro de carbono, cloroformo, cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno
E10/20	1,2,3,4,6,7,8-Heptaclorodibenzo-p-dioxina (1,2,3,4,6,7,8-HpCDD), 1,2,3,4,6,7,8-Heptaclorodibenzofurano (1,2,3,4,6,7,8-HpCDF), 1,2,3,4,6,7,8,9-Heptaclorodibenzofurano (1,2,3,4,6,7,8,9-HpCDF, HxCDDs (todas las Hexaclorodibenzo-p-dioxinas), HxCDFs (todos los Hexaclorodibenzofuranos), PeCDDs (todas las pentaclorodibenzo-p-dioxinas), OCDD (1,2,3,4,6,7,8,9-Octaclorodibenzo-p-dioxina), OCDF (1,2,3,4,6,7,8,9-Octaclorodibenzofurano), PeCDFs (todos los pentaclorodibenzofuranos), TCDDs (todas las Tetraclorodibenzo-p-dioxinas), TCDFs (todos los tetraclorodibenzofuranos)
E10/21	Mercurio
E10/22	Dibromuro de etileno
E10/23	Dibromuro de etileno
E10/24	Dibromuro de etileno
E10/25	Tetracloruro de carbono, tetracloroetileno, cloroformo, fosgeno
E10/26	Diisocianato de tolueno, toluen-2,4-diamina
E10/27	1,1-Dimetilhidracina
E10/28	1,1-Dimetilhidracina
E10/29	1,1-Dimetilhidracina



E10/31	2,4 Dinitrotolueno
E10/32	Epilclorohidrina, cloroéteres [bis(clorometil)éter y bis(2-cloroetil)éteres], tricloropropano, dicloropropanoles
E10/33	Breas de fenol (hidrocarburos poliaromáticos)
E10/34	Antimonio, tetracloruro de carbono, cloroformo
E10/35	Paraldehído, piridinas, 2-picolina
E10/36	Anilina, benceno, difenilamina, nitrobenceno, fenilendiamina
E10/37	meta-Dinitrobenceno, 2,4-dinitrotolueno
E10/38	Hexaclorobenceno, hexaclorobutadieno, tetracloruro de carbono, hexacloroetano, percloroetileno
E10/39	2,4-Toluendiamina, o-toluidina, p-toluidina, anilina
E10/40	2,4-Toluendiamina, o-toluidina, p-toluidina, anilina
E10/41	2,4-Toluendiamina, o-toluidina, p-toluidina
E10/42	2,4-Toluendiamina
E10/43	Triclorobenceno, cloruro de bencilo, cloroformo, clorometano, clorobenceno, 1,4-diclorobenceno, hexaclorobenceno, pentaclorobenceno, 1,2,4,5-tetraclorobenceno, tolueno
E10/44	Benceno, tetracloruro de carbono, cloroformo, hexaclorobenceno, pentaclorobenceno, tolueno, 1,2,4,5-tetraclorobenceno, tetracloroetileno
E10/45	Tetracloruro de carbono, cloroformo, clorometano, 1,4-diclorobenceno, hexaclorobenceno, pentaclorobenceno, 1,2,4,5-tetraclorobenceno, 1,1,2,2-tetracloroetano, tetracloroetileno, 1,2,4-triclorobenceno
E10/46	1,1,1-tricloroetano, cloruro de vinilo
E10/47	1,1,2-tricloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano
E10/48	1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano
E10/49	1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano, cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, cloroformo
E10/50	Hexaclorobenceno, hexaclorobutadieno, hexacloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano, dicloruro de etileno
NE 01	Asbestos
NE 02	Asbestos
NE 03	Asbestos
NE 04	Cianuro (complejos)
NE 05	Cadmio, cromo hexavalente, níquel, cianuro (complejos)
NE 06	Cromo hexavalente, cianuro (complejos)
NE 07	Cianuro (sales)
NE 08	Cianuro (sales)
NE 09	Cianuro (sales)
NE 10	Cianuro (sales)
NE 11	Cianuro (sales)
NE 12	Pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos, pentaclorofenol y sus derivados
NE 13	Tetraclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, tetraclorodibenzofuranos, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos
NE 14	Tetraclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzo-p-dioxinas, tetraclorodibenzofuranos, pentaclorodibenzofuranos, triclorofenoles, tetraclorofenoles y sus derivados ácidos, ésteres, éteres, aminas y otras sales clorofenóxicas
NE 15	Clorometano, diclorometano, triclorometano, tetracloruro de carbono, cloroetileno, 1,1 dicloroetano, 1,2-dicloroetano, trans-1,2-dicloroetileno, 1,1-dicloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tricloroetileno, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2,2-tetracloroetano, tetracloroetileno, pentacloroetano, hexacloroetano, cloruro de alilo (3-cloropropeno), dicloropropano, dicloropropeno, 2-cloro-1,3-butadieno, hexacloro-1,3-butadieno, hexaclorociclopentadieno, benceno, clorobenceno, diclorobenceno, 1,2,4-triclorobenceno, tetraclorobenceno, pentaclorobenceno, hexaclorobenceno, tolueno, naftaleno



NE 16	Tetraclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, tetraclorodibenzofuranos, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos
NE 17	Benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, dibenz(a,h)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno, pentaclorofenol, arsénico, cromo, tetraclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, heptaclorodibenzo-p-dioxinas, tetraclorodibenzofuranos, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos, heptaclorodibenzofuranos
NE 18	Benzo(a)antraceno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenz(a,h)antraceno, indeno(1,2,3-cd)pireno, naftaleno, arsénico, cromo
NE 19	Arsénico, cromo, plomo
NE 20	Todos los constituyentes que aparezcan en esta Norma Oficial Mexicana
NE 21	Tetraclorodibenzo-p-dioxinas, pentaclorodibenzo-p-dioxinas, hexaclorodibenzo-p-dioxinas, tetraclorodibenzofuranos, pentaclorodibenzofuranos, hexaclorodibenzofuranos, triclorofenoles, tetraclorofenoles, pentaclorofenoles y sus derivados ácidos, ésteres, éteres, aminas y otras sales clorofenóxicas

N.A.: No Aplica. Los residuos son peligrosos porque presentan características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad y/o Inflamabilidad.