Alistamiento para el análisis químico de muestras

Breve descripción:

En este componente, reconocerá la importancia del análisis de las muestras y el rigor técnico de dicho proceso, como insumo para generar un resultado conforme con la trazabilidad que se le dio a la muestra desde el inicio del proceso.

Profundizará, en buenas prácticas de laboratorio, manejo de EPP, condiciones de seguridad, manejo de materiales y equipos de laboratorio, entre otros.

Julio 2023

Tabla de contenido

Introducción 1

1. Alistamiento general y bases conceptuales 4

1.1. Alistamiento 5

Muestreo y preparación de la muestra 6

1.2. Bases conceptuales 7

2. Métodos y equipos para la toma de muestras 10

2.1. Muestreo y análisis en aguas 10

2.2. Muestreo y análisis en suelos 11

2.3. Muestreo y análisis de olores (aire) 12

2.4. Muestreo y análisis de residuos sólidos 13

3. Factores que influyen en la representatividad 18

Precisión, exactitud, reproducibilidad y límites de detección 19

4. Equipos de laboratorio 25

4.1. Métodos clásicos 26

4.2. Métodos instrumentales 27

Técnicas espectroscópicas 27

Técnicas NO espectroscópicas 28

Técnicas electroanalíticas 29

Algunos conceptos claros 29

Ejemplos de conceptos 29

5. Materiales de laboratorio 31

6. Reactivos y soluciones 33

6.1. Componentes de una disolución 33

6.2. Importancia de las disoluciones 33

6.3. Clases de disoluciones 34

6.4. Solubilidad 35

6.5. Factores que afectan la solubilidad 35

6.6. Unidades de la concentración de las disoluciones 36

7. Recepción de muestras 38

7.1. Recepción de la muestra al laboratorio (agua) 38

7.2. Recepción de la muestra al laboratorio (suelo) 40

7.3. Recepción de la muestra al laboratorio (olores) 43

7.4. La entrega al laboratorio 45

8. Sistema internacional de medidas y notación científica 47

8.1. Unidades de medición 47

8.2. El sistema internacional de unidades y notación científica 48

8.3. Sistema de unidades: CGS, MKS, SI, inglés 48

8.4. Conversiones de unidades 50

9. Balance de ecuaciones y pasos para balanceo por tanteo 53

10. Microorganismos 56

10.1. Tipos de microorganismos 57

10.2. Microorganismos perjudiciales y beneficiosos 58

10.3. Ejemplos de microorganismos 59

11. Medios de cultivo 61

Síntesis 63

Material complementario 64

Glosario 66

Referencias bibliográficas 69

Créditos 71

Introducción

Apreciado aprendiz, bienvenido a este componente formativo, donde abordaremos la temática relacionada con el alistamiento para el análisis químico de muestras. En el siguiente video conocerá, de forma general, la temática que se estudiará a lo largo del componente formativo.

Video 1. Alistamiento para el análisis químico de muestras



Enlace de reproducción del video

Síntesis del video: Alistamiento para el análisis químico de muestras
Bienvenido al estudio del presente componente formativo, donde reconocerá la importancia del análisis de las muestras y el rigor técnico de dicho proceso, como

insumo para generar un resultado conforme con la trazabilidad que se le dio a la muestra desde el inicio del proceso.

Cuando en los muestreos que se desarrollan de un trabajo de campo, se captan las muestras según el parámetro a medir, ya sea de agua, lodos, olores, entre otros.

Es importante conocer cuáles son los análisis y el alistamiento que se va a llevar a cabo en el laboratorio para poder establecer los pertinentes resultados del estudio.

La importancia del análisis de las muestras que se llevan al laboratorio radica particularmente en el tratamiento que se le dé a las mismas, desde la toma, el embalaje, el transporte y su respectiva identificación; puesto que, si la muestra laboratorio es alterada en alguno de los procesos, su posterior análisis entra en un margen de baja confiabilidad que se traduce en un resultado de poca fiabilidad.

Profundizaremos en el aprendizaje del proceso de valoración de muestras, desde el alistamiento hasta el análisis que se lleva a cabo en un laboratorio, para lo cual se estudiarán los siguientes temas:

- Alistamiento general y bases conceptuales.
- Métodos y equipos para la toma de muestras.
- Factores que influyen en la representatividad.
- Equipos de laboratorio.
- Materiales de laboratorio.
- Reactivos y soluciones.
- Recepción de muestras.
- Sistema internacional de medidas y notación científica.

- Balance de ecuaciones y pasos para balanceo por tanteo.
- Microorganismos.
- Medios de cultivo.

Le deseamos muchos éxitos en este proceso de aprendizaje.

1. Alistamiento general y bases conceptuales

Como se muestra en la figura 1, el proceso de alistamiento de una muestra para su posterior análisis es un proceso muy importante en los análisis químicos en campo y laboratorio, puesto que influye en los resultados que se obtienen para, posteriormente, tomar decisiones de orden económico, ambiental, político y social.

Figura 1. Proceso analítico de una muestra



Nota. Tomada de Pineda (2020). Proceso analítico de una muestra.

El proceso analítico de una muestra comienza por la muestra, sigue el análisis químico, luego los resultados y finalmente las decisiones.

Alistar la muestra es la etapa que más variabilidad introduce en el proceso analítico, es la preparación de la muestra, que puede estar formada por un número variable de operaciones de muy diversa complejidad, por lo que incide en la calidad de los resultados obtenidos.

Esta unidad temática se centra en la etapa de preparación de la muestra, cuyo objetivo es hacer que el analito (muestra para analizar) sea óptimo para el análisis, a una concentración adecuada y eliminando las posibles interferencias.

Por ende, se debe tener mucho cuidado en la preparación de la muestra dentro del proceso analítico general y revisar muy bien las operaciones que forman parte de ella.

1.1. Alistamiento

Alistar una muestra emplea, como lo menciona Palacios (2018), hasta un 60 % del tiempo necesario para el proceso analítico, de aquí su gran importancia. Dependiendo de si el analito a determinar es orgánico o inorgánico, se utilizan diferentes procesos.

Debido al variable y amplio número de procedimientos existentes dentro de la etapa de preparación de la muestra, durante la formación de la presente competencia, se abordarán los procesos de extracción, envasado, rótula y transporte de la muestra.

Frente a la toma de la muestra, existen diversos factores a tener en cuenta a la hora de seleccionar el proceso analítico más adecuado, para lo que habría que dar respuesta a varias preguntas, tales como:

- ¿Qué se tiene que analizar y por qué?
- ¿Quién va a tomar la muestra?
- ¿Dónde se va a tomar?
- ¿Cómo van a influir los resultados?

Así pues, las respuestas a estas preguntas serán posibles si el problema se ha definido de manera clara y minuciosa, y se evitaría una cantidad de trabajo no necesario con el que se obtendrían datos sin importancia.

A continuación, se muestran en una gráfica algunos elementos técnicos de suma importancia para el estudio del muestreo y preparación de las muestras.

Muestreo y preparación de la muestra

Existen dos conceptos técnicos importantes:

- **Muestreo:** es la acción de tomar una porción representativa de algo.
- **Preparación de la muestra:** es el proceso que se le hace al tarro, envase o recipiente en el cual está contenida la muestra recién tomada o recolectada para su conservación, transporte y análisis químico.

En la figura que se presenta a continuación, se encuentran representadas algunas de las operaciones previas a realizar para preparar la muestra, desde que se ha realizado el muestreo hasta obtener la muestra de laboratorio que se lleva al instrumento de medida o equipo de laboratorio. Se recomienda estudiarlas con atención y tomar nota de ellas.

Figura 2. Operaciones previas



En las operaciones previas se tiene: la muestra bruta, el muestreo, la medición masa-volumen, el secado, la pulverización tamizado, la homogeneización, la preservación, la disolución o disgregación, la destrucción de materia orgánica, las

técnicas separativas, las reacciones analíticas, otras reacciones químicas, el transporte introducción de instrumento, para finalizar en el instrumento.

Dentro de las posibles operaciones de preparación de muestras, algunos autores, como Rodríguez, Aguera, Gómez, Martínez y Dolores (2010) diferencian dos fases, la primera de ellas correspondiente a una serie de tratamientos previos de la muestra, y la segunda correspondiente a la propia preparación de la muestra para la medida, según el tipo de analito orgánico o inorgánico.

1.2. Bases conceptuales

En la presente sección, se establecen las bases conceptuales sobre el muestreo y el alistamiento de la muestra. La toma y preparación de una muestra son un problema complejo que tiene muchas variables; así, antes de plantear el sistema de muestreo, envasado y preparación de la muestra:

- **Recolección de muestras en suelo:** por ejemplo, se pide determinar el contenido de plomo en agua, suelo, aire y residuos sólidos de cierta empresa o ecosistema. Pues bien, se debería conocer el tipo de agua o suelo o aire en concreto y su procedencia. No es lo mismo que el problema sea agua de lluvia o agua residual, lodo o suelo, aire, entre otros; como tampoco es igual que esta sea urbana o que sea industrial.
- **Recolección de muestras en agua:** la muestra que se quiere analizar puede estar contenida en un pequeño recipiente o en un gran depósito, ser de una corriente subterránea o un agua superficial. También hay que tener en

cuenta la distribución del analito, como lo menciona Harris (2010), que puede ser homogénea o depender de la profundidad.

- **Recolección de muestras en aire:** también influirá el muestreador, es decir, la persona que realizará la recolección, esta debe estar fuera de todo peligro. Por otra parte, todo lo dicho anteriormente también influirá en el tipo de contenedor a usar con la muestra y a la forma de conservación de esta.
- **Recolección de muestras en residuos sólidos:** a la hora de establecer una estrategia de muestreo habrá que considerar tanto el tipo de analito y su nivel de concentración, como la exactitud y precisión que se requiera de los resultados. No es igual plantear una toma de muestra para análisis rutinario que una toma de muestras para actuar en caso de una demanda.

Continuando con las bases conceptuales sobre el muestreo y el alistamiento de la muestra, es momento de conocer la influencia de las diferentes etapas sobre los resultados. ¡Adelante!

Se consideran cinco etapas del protocolo completo:

a) Los elementos de protección personal.
b) Desmuestre o recolección de la muestra.
c) Envasado, conservación y transporte.
d) Preparación.
e) Aplicación de la técnica analítica.

En lo que se refiere al aseguramiento de la calidad y la reproducibilidad de todo el proceso, las cinco etapas acabadas de mencionar influyen de forma diferente.

También, a veces resulta un reto la conservación y transporte de la muestra en condiciones, ya que debe impedirse que se produzcan alteraciones físicas o químicas, debiendo en algunos casos muy específicos realizarse las medidas *in situ*.

Por todo esto la gran importancia de prestar una especial atención a las técnicas de recolección y preservación de las muestras, por la repercusión que tienen sobre la precisión, exactitud y representatividad de los datos que resulten de los análisis y, sobre todo, en la reproducibilidad del proceso completo.

2. Métodos y equipos para la toma de muestras

En la mayoría de los casos, los protocolos de toma de muestra se encuentran en las normas ASTM, ISO, EPA, UNE o UNE-EN, que son de carácter internacional, y en las que se encontrará protocolizado todo el proceso, desde la etapa de toma de muestra, pasando por reducción, envasado, conservación y método o métodos de aplicación para efectuar la determinación de que se trate, con el fin de asegurar la calidad del proceso. Algunos procedimientos de toma de muestra se dividen en función del estado físico de la matriz; asimismo, de acuerdo con los dos grandes grupos: sólidos y líquidos, se pueden encontrar tablas que resumen los diferentes tipos de recipientes, métodos y tiempos máximos de conservación de las muestras en función del analito a determinar.

2.1. Muestreo y análisis en aguas

A continuación, se presentan las normas y guías técnicas para el alistamiento y valoración de distintas muestras según el protocolo de recolección:

- **Resolución 631 del 2015.** Parámetros vertimientos. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- **NTC-ISO 5667-1 Calidad del agua. Muestreo.** Directrices para el diseño de planes de muestreo.
- **NTC-ISO 5667-2 Calidad del agua. Muestreo.** Técnicas generales de muestreo.

- **NTC-ISO 5667-3 - Calidad del agua. Muestreo.** Directrices para la preservación y manejo de muestras.
- **NTC-ISO 5667-10 - Calidad del agua. Muestreo.** Muestreo de aguas residuales.

2.2. Muestreo y análisis en suelos

Con respecto al muestreo y análisis en suelos, estas son las normas y guías técnicas que regulan los mismos:

- **NTC-ISO 4113-1- Calidad del suelo. Muestreo.** Directrices para el diseño de planes de muestreo.
- **NTC-ISO 4113-2- Calidad del suelo. Muestreo.** Técnicas generales de muestreo.
- **NTC-ISO 4113-3- Calidad del suelo. Muestreo.** Guía sobre seguridad.
- **NTC-ISO 4113-4- Calidad del suelo. Muestreo.** Sitios cultivados.
- **NTC-ISO 4113-6- Calidad del suelo. Muestreo.** Manejo y almacenamiento del suelo para evaluación de procesos microbianos aeróbicos en el laboratorio.
- **NTC 3935-Gestión ambiental. Calidad de suelo.** Pretratamiento de muestras para la determinación de contaminantes orgánicos.
- **NTC-ISO 11464 Gestión ambiental. Calidad del suelo.** Pretratamiento de las muestras de suelo para análisis fisicoquímicos.

2.3. Muestreo y análisis de olores (aire)

Estas son las resoluciones o referentes normativos vigentes para regular el muestreo y análisis de olores:

- **Resolución 1541 de 2013.** Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución 2087 de 2014.** Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos.
- **Resolución 1541 de 2013.** Para la medición de sustancias de olor.
- **NTC 6012-1.** Efectos y evaluación de los olores. Evaluación psicométrica de las molestias por olores.
- **NTC 4503.** Análisis sensorial metodología. Iniciación y entrenamiento de evaluadores en la detección y reconocimiento de olores.
- **NTC 4770.** Calidad del agua; determinación del olor; método de umbral de olor.
- **NTC 838.** Pinturas; disolventes y diluyentes; identificación y determinación del olor.
- **NTC 958.** Agua potable; determinación del olor y del sabor.
- **NTC 5602.** Determinación del olor de los adhesivos.
- **NTC 5880.** Calidad del aire; determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.
- **NTC 6012-1.** Efectos y evaluación de los olores. Evaluación psicométrica de las molestias por olores. Cuestionarios.

- **NTC 6012-2.** Efectos y evaluación de olores; determinación de parámetros de molestia mediante preguntas breves repetidas, a panelistas de un vecindario.
- **NTC 6049-1.** Medición de impacto de olor mediante inspección en campo; medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles; medición de malla.
- **NTC 6049-2.** Medición de impacto de olor mediante inspección en campo; medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles. Medición de pluma.
- **NTC 6049-3.** Medición de impacto de olor mediante inspección en campo; determinación de intensidad de olor y tono hedónico de olor.
- **NTC 6049-4.** Determinación del tono hedónico del olor; perfiles de polaridad.

2.4. Muestreo y análisis de residuos sólidos

En relación con el muestreo de análisis de residuos sólidos, en las siguientes tablas se presentan algunos decretos y otras normativas que se deben tener en cuenta. Se recomienda conocerlas y tomar atenta nota de ellas.

Tabla 1. Decretos y normativas

Normativa	Descripción
Decreto 2202 de 1968	Expedido por la Presidencia de la República. Por el cual se reglamenta la industria y comercio de los abonos o fertilizantes químicos simples, químicos compuestos, orgánicos naturales, orgánicos reforzados, enmiendas y

Normativa	Descripción
	acondicionadores del suelo, y se derogan unas disposiciones.
NTC 2581. 89-06-21	Abonos o fertilizantes. Determinación de carbonatos totales y proporciones aproximadas de carbonatos de calcio y magnesio en calizas y calizas dolomíticas. Establece ensayos.
NTC 3795. 95-08-23	Fertilizantes sólidos. Derivación de un plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande.
NTC-ISO 8633. 95-08-23	Fertilizantes sólidos. Método de muestreo simple para lotes pequeños. Define un plan de muestreo para el control de las cantidades de fertilizante sólido de máximo 250 T y presenta el método a emplear. Se aplica a todos los fertilizantes sólidos a granel o empacados.
NTC-ISO 8634. 95-08-23	Fertilizantes sólidos. Plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande.
NTC 234. 96-11-27	Abonos o fertilizantes. Método de ensayo para la determinación cuantitativa del fósforo. Contiene definiciones, requisitos, métodos de ensayo e informe.

Tabla 2. Normativas

Normativa	Descripción
NTC 4150. 97-06-25	Abonos o fertilizantes. Método cuantitativo para la determinación del nitrógeno amoniacal por titulación previo tratamiento con formaldehído. Establece un método cuantitativo para determinar el contenido de nitrógeno amoniacal en abonos o fertilizantes.
NTC 4173. 97-06-25	Fertilizantes sólidos y acondicionadores del suelo. Ensayo de tamizado. Especifica un método para la determinación, mediante

Normativa	Descripción
	ensayos de tamizado, la distribución del tamaño de partículas de los fertilizantes sólidos y los acondicionadores de suelos.
NTC 4175. 97-06-25	Fertilizantes sólidos. Preparación de muestras para análisis químicos y físicos. Especifica los métodos para la preparación de las muestras o porciones de muestras requeridas para los ensayos químicos o físicos de fertilizantes sólidos. Contiene definiciones, aparatos, rotulado y reporte de preparación de muestra.
NTC 370. 97-08-27	Abonos o fertilizantes. Determinación del nitrógeno total. Establece el método para determinar el contenido de nitrógeno total en abonos o fertilizantes. Contiene definiciones y ensayos.
NTC 35. 98-03-18	Abonos y fertilizantes. Determinación de la humedad. Del agua libre y del agua total. Establece los métodos para determinar el contenido de humedad, agua libre y agua total en abonos o fertilizantes. Contiene definiciones y ensayos.
NTC 202. 01-08-01	Métodos cuantitativos para la determinación de potasio soluble en agua, en abonos o fertilizantes y fuentes de materias para su fabricación. Establece los métodos cuantitativos para la determinación del contenido de potasio soluble en agua, en abonos o fertilizantes y fuentes. De materias primas para su fabricación.

Tabla 3. Resoluciones y normativas

Normativa	Descripción
NTC 1927. 01-10-31	Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones. Clasificación y fuentes de materias primas. Define los términos relacionados con

Normativa	Descripción
	fertilizantes, acondicionadores del suelo, fuentes de materias primas, y sus clasificaciones.
Resolución 074 de 2002	Elaborada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Por la cual se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empacado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos. El prefijo BIO únicamente puede ser utilizado en acondicionadores orgánicos registrados para agricultura ecológica, que involucren microorganismos en su composición.
Resolución ICA No. 00150 del 21 de enero de 2003	Expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario. Por el cual se adopta el reglamento técnico de fertilización y acondicionadores de suelos para Colombia.
NTC 40. 03-03-19	Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Etiquetado. Establece los requisitos que debe cumplir el etiquetado de los envases y embalajes destinados para fertilizantes y acondicionadores de suelos.
NTC 5167. 2004-05-31	Productos para la industria agrícola. Materiales orgánicos usados como fertilizantes y acondicionadores del suelo. Establece requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como fertilizantes o como acondicionadores del suelo. Reglamenta los limitantes actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físicoquímicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia algunos parámetros para los análisis microbiológicos.

Importante: una muestra representativa antes de ingresar al laboratorio.

¡Un buen análisis o ensayo para caracterizar y valorar una muestra depende de que la cantidad sea representable del sitio y el lugar de donde se tomó o recolectó!

Un plan de toma de muestra debe asegurar que la obtenida refleje adecuadamente las propiedades que interesan del lote del que proviene, es decir, la muestra final debe ser:

- Tan similar como sea posible a la población global a analizar.
- Poseer sus características esenciales.
- Ser reproducible.

3. Factores que influyen en la representatividad

De acuerdo con la Comisión Europea (2021), los factores que relacionan e influyen en la representatividad son los siguientes:

- **Estado físico del lote de muestra.** En general los materiales sólidos son heterogéneos, y más cuanto mayor es su extensión, pero no es posible generalizar para un determinado analito, ya que pueden en ocasiones presentar homogeneidad. En lo que se refiere a líquidos y gases, se tiene una idea generalizada de que presentan un mayor grado de homogeneidad, pero en un análisis del agua de un lago, se encuentran grandes diferencias entre las muestras de superficie, las de media altura y las de fondo, así como entre las obtenidas en el centro o las próximas a la orilla o a una zona donde llegan aportes.
- **Número y tamaño de las porciones.** Para cada población, se determina estadísticamente el número mínimo de porciones y su tamaño para que la muestra resulte representativa sin disparar el coste económico y de personal.
- **Fluctuaciones estacionales o temporales.** El momento de la toma de muestra puede verse influido por variaciones espaciotemporales producidas por aspectos climatológicos o temporales, temperatura, humedad, presencia de contaminantes o componentes que fluctúen con la hora del día, la época del año, etc.
- **Manipulación, almacenamiento y transporte de las muestras.** Durante las operaciones de toma, cuarteo, reducción del tamaño de partícula por molienda, tamizado o envasado de la muestra, o en el posterior transporte

y almacenamiento, debe prevenirse que los analitos sufran alteraciones o pérdidas (oxidación, aumento o disminución de la humedad, intercambio de componentes con el recipiente, etc.).

Seguidamente, con base en la precisión, exactitud, reproducibilidad y límites de detección necesarios, se establecerán los métodos analíticos a emplear. Es necesario prestar mucha atención a la información que se presenta a continuación.

Precisión, exactitud, reproducibilidad y límites de detección

Una vez fijados los métodos analíticos, con base en la incertidumbre de sus resultados, en las fases tercera y cuarta, empleando métodos estadísticos, se establecerá el número y masa de las muestras, así como el espaciado con que se deben tomar. Se determinará el método de toma de muestras, incluyendo la descripción detallada del procedimiento de obtención, equipo necesario, contenedores a emplear para conservarlas, indicando si se deberán mantener las muestras individuales, o la forma de proceder para preparar la muestra compuesta. También se harán constar los cuidados especiales para preservar las muestras, tales como refrigeración, aditivos, etc., y se establecerán las primeras etapas de tratamiento, especialmente las que contemplan la reducción de la muestra primaria hasta la de laboratorio. (Comisión Europea, 2021)

Los códigos a usar en el etiquetado y en el cuaderno de seguimiento de las muestras, así como los aspectos legales y de seguridad del personal que sean de aplicación.

Por fin, en la última fase, se redacta el protocolo completo y se recogen todos los aspectos mencionados hasta ahora, y nunca se toma como definitivo, ya que debe estar

sometido a revisión continua en función de la experiencia, por si resulta necesario mejorarlo o actualizarlo.

En consecuencia, con lo anterior, ¿cuánta muestra se debería llevar para realizar el análisis químico, físico y microbiológico?

El plan de toma de muestra debe incluir la estimación del tamaño de muestra necesario para minimizar los errores aleatorios.

Va a depender de:

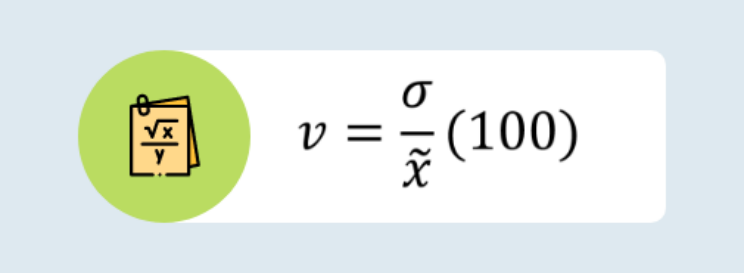
- La matriz de la muestra.
- De la distribución del analito.
- Del grado de homogeneidad.
- De la magnitud del error exigido.
- Para muestras homogéneas en el espacio y el tiempo, dependerá fundamentalmente de la etapa de determinación final y de la concentración del analito, ya que en la muestra final esta deberá superar el límite de cuantificación del método.
- Para muestras heterogéneas, como lo menciona la Comisión Europea (2018), es necesario aplicar la estadística. En muchos casos, la complejidad de las muestras hace que un tratamiento estadístico riguroso resulte desproporcionado respecto de los objetivos, por lo que se decide el tamaño de muestra de acuerdo con la experiencia.
- En otros casos, como ocurre en la minería, son pocos los analitos que pueden interesar y el estudio estadístico está justificado económicamente por la necesidad de caracterizar un depósito.

- En la mayoría de las ocasiones, suelen emplearse métodos estadísticos aproximados con base en la experiencia, así ocurre con el método del coeficiente de variación.

En esta misma línea, se requiere establecer el tamaño de la muestra en función del coeficiente de variación.

El valor del coeficiente de variación V para una serie de muestras viene dado por el cociente entre la desviación estándar (σ) y el valor medio de las muestras, multiplicado por 100.

Figura 3. Coeficiente de variación



Como lo mencionan García-García et al. (2013), una vez obtenido dicho valor, se observa que, al aumentar la irregularidad en la distribución del analito, aumenta el valor de V y también la masa de muestra necesaria.

Finalmente, y sin olvidar que una muestra de calidad representa un excelente análisis en campo y en el laboratorio, de esto depende el 60 % del éxito en los análisis fisicoquímicos. Siendo así, es necesario tener en cuenta dos elementos más para un proceso exitoso:

Espaciado entre muestras

Empleando los variogramas, se puede establecer una correlación espacial de la variación de la concentración del analito que interesa y, en función de esa correlación, establecer una representación gráfica (semivariograma experimental), como lo menciona Canchaya-Moya (2005). Con base en ella, se puede determinar la distancia a partir de la que empieza la dispersión de los valores de la concentración, desapareciendo la relación espacial que existía y de esta forma establecer la distancia mínima y máxima entre puntos de muestra en cada dirección, con un ahorro en número de puntos de muestreo considerable respecto de otros métodos; pero, a su vez, el método es muy complejo y requiere un gran número de muestras previas para aplicarlo, por lo que sólo se justifica en caso de evaluaciones de grandes explotaciones. En la mayoría de los casos suele bastar con aplicar el método del coeficiente de variación.

Según la Universidad Politécnica de Cartagena (2017), en función de la anisotropía de la distribución del analito, aumenta el coeficiente de variación y, por consiguiente, se hace necesario disminuir la distancia entre puntos de toma de muestras. Si el espaciado aumenta sobre los valores, se encuentran muestras no correlacionadas, y, por el contrario, si se emplean unas distancias menores, se ocasiona una sobredensidad de muestreo que conllevará un gasto innecesario en sondeos.

En algunas ocasiones, el método, dada su sencillez, puede llevar a unos espacios excesivamente estrechos, aquí es donde la experiencia puede corregir ligeramente el problema en algunas zonas cuando se advierta el sobredimensionado.

Número de muestras

A la hora de abordar el planteamiento de la toma de muestras, los métodos estadísticos ayudan a determinar el número de muestras individuales que es necesario tomar para minimizar la variabilidad de los resultados finales, teniendo en cuenta la homogeneidad o heterogeneidad de la población objeto de la toma de muestras y el error máximo admisible, lo que ayudará a que la operación se realice dentro de un óptimo económico.

Para una distribución normal del analito, si conocemos σ, el número de muestras mínimo N para un intervalo de confianza dado y un error máximo E viene dado por la expresión:

$N = ((Z \times \sigma) / E)^2$

Donde:

- (σ): desviación estándar.
- Z: parámetro de población, que se obtiene de tablas para un nivel de probabilidad dado.
- E: error máximo aceptado.

Para una distribución irregular del analito y un bajo número de muestras previas (<20), la expresión del número de muestras mínimo N para un intervalo de confianza dado y un error máximo E se transforma en la expresión:

$N = ((t \times S_m) / E)^2$

Donde:

- S_m: varianza de la muestra.

- t: parámetro t de Student para (n -1) grados de libertad o muestras y un nivel de confianza dado. Se obtiene de tablas.
- E: error máximo aceptado.

Para poder completar y profundizar en el estudio de los factores que influyen en la representatividad, se invita a hacer lectura consciente y atenta del PDF Anexo1 _OtrosFactoresInfluyenEnRepresentatividad que se encuentra en la carpeta Anexos.

4. Equipos de laboratorio

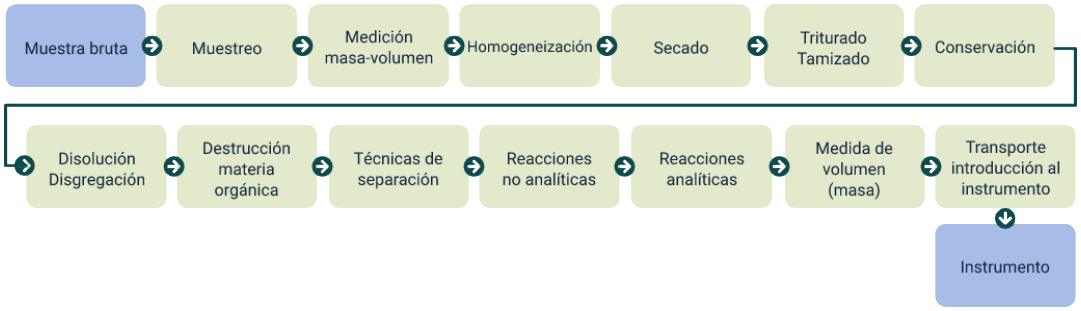
Todo análisis químico, físico o microbiológico de una muestra requiere la manipulación de diversos equipos o instrumentos de laboratorio. La química analítica es la rama de la química que estudia, desarrolla y mejora los métodos e instrumentos, con el fin de estudiar la composición química de la materia.

Se divide en química analítica cuantitativa, que se centra en desarrollar métodos para determinar la concentración de cada una de las sustancias que están presentes en una muestra, y la química analítica cualitativa, que se encarga de identificar cada una de las sustancias que forman una muestra.

a) **Instrumento.** Cuando se realiza un muestreo, este debe ser llevado a un instrumento para su análisis. No es un paso directo, al contrario, requiere una serie de pasos de alistamiento de la muestra para su posterior valoración instrumental.
b) **Análisis químico.** Dentro de la química analítica, se incluye el análisis químico, que es la parte práctica que utiliza los métodos de análisis para solucionar los problemas relacionados con la composición química de la materia. Esta parte práctica se emplea en muchos ámbitos, pudiendo destacarse el papel que juega en la industria, donde se emplea en los controles de calidad, ya sea de materias primas o de productos.
c) **Términos utilizados en la química analítica**
    - **Muestra:** es la parte de la materia que nos interesa analizar.
    - **Analito:** sustancia química que se analiza.
    - **Técnica:** forma de obtener información sobre el analito.
    - **Método:** grupo de técnicas aplicadas al análisis de una muestra.

La siguiente imagen presenta las etapas del proceso analítico total, desde la muestra bruta hasta el instrumento.

Figura 4. Etapas del proceso analítico total



Nota. Tomada de https://es.calameo.com/read/002446339add36a3f7d24

La primera etapa es la muestra bruta y las siguientes etapas son: muestreo, medición masa-volumen, homogeneización, secado, triturado-tamizado, conservación, disolución-disgregación, destrucción materia orgánica, técnicas de separación, reacciones no analíticas, reacciones analíticas, medida de volumen (masa), transporte introducción al instrumento, para finalizar en el instrumento.

4.1. Métodos clásicos

Los métodos clásicos se basan en las propiedades químicas de la sustancia que se analiza, es decir, del analito. Algunos de estos métodos son:

- Marchas analíticas.
- Gravimetría.
- Volumetría.

4.2. Métodos instrumentales

También llamados métodos químicos, se basan en las propiedades químico-físicas de la materia y son:

- Ópticos – espectroscópicos.
- Separación.
- Electroquímicos.
- Radioquímicos.
- Térmicos.

A continuación, encontrará información sobre las técnicas espectroscópicas y no espectroscópicas, nuevos conceptos y elementos técnicos, referentes a los métodos instrumentales y clásicos en el análisis químico.

Técnicas espectroscópicas

Moleculares

a) Absorción

- Espectrofotometría ultravioleta visible.
- Espectrofotometría de infrarrojo.
- Espectrofotometría de microondas.

b) Emisión

- Espectrofotometría de fluorescencia.
- Espectrofotometría de fosforescencia.

Atómicas

a) Absorción

- Espectrofotometría de absorción atómica.
- Espestroscopía de absorción de rayos X.

b) Emisión

- Espestroscopía de emisión atómica (llama, arco, chispa, plasma).
- Espestroscopía de fluorescencia atómica.
- Espestroscopía de fluorescencia de rayos X.
- Espestroscopía de rayos gamma.

Técnicas NO espectroscópicas

a) Basadas en la dispersión de la radiación:

- Turbidimetría.
- Nefelometría.
- Espectroscopía Raman.

b) Basadas en la medida del índice de refracción:

- Refractometría.
- Interferometría.

c) Basadas en la difracción:

- Difracción de rayos X.
- Difracción de neutrones.
- Difracción de electrones.

d) Basadas en la medida de la actividad óptica:

- Polarimetría.
- Espectropolarimetría.
- Espectrometría de dicroísmo circular.

Técnicas electroanalíticas

a) **Potenciometría**

b) **Técnicas Voltamperométricas**

- Voltamperometría de barrido lineal.
- Voltamperometría de redisolución.
- Voltamperometría cíclica.

a) **Culombiametría**

- Culombiametría a potencial constante.
- Culombiametría a intensidad constante.
- Electrogravimetría.

Algunos conceptos claros

- **Sensibilidad:** cantidad o concentración mínima que se puede determinar.
- **Selectividad:** interferencia de unas especies químicas en la determinación de otras.
- **Exactitud:** proximidad de una medida a su valor real.
- **Precisión:** concordancia entre dos o más valores numéricos de resultados obtenidos de forma idéntica.

Ejemplos de conceptos

Errores Sistemáticos (Determinados)

- Tienen calor definido.
- Tiene causa asignable.
- Tiene igual signo y magnitud.

- Afectan a la EXACTITUD.

Esto lleva a:

- Errores de instrumento.
- Errores del método.
- Errores personales.

Errores Aleatorios (Indeterminados)

- No tienen signo concreto.
- No pueden corregirse.
- Afectan a la PRECISIÓN.

Esto lleva a:

Variables no controladas: parte inevitable de toda medición física o química.

El primer caso deriva en errores crasos (esporádicos) y el segundo en resultados disparatados.

5. Materiales de laboratorio

Los materiales de laboratorio se convierten en las principales herramientas de trabajo en el laboratorio. En esta sección, se identifican los conceptos asociados y principales directrices a emplear en este campo. Es necesario que antes de comenzar cualquier trabajo experimental, el aprendiz conozca el material que se utiliza. Cada uno de los materiales tiene una función y su uso debe ser acorde con la tarea por realizar. La utilización inadecuada de este material da lugar a errores en las experiencias realizadas y aumenta el riesgo en el laboratorio.

Los materiales de laboratorio se clasifican de la siguiente forma:

- **Volumétrico:** dentro de este grupo se encuentran los materiales de vidrio calibrados a una temperatura dada. Permite medir volúmenes exactos de sustancias (matraces, pipetas, buretas, probetas graduadas).
- **Calentamiento o sostén:** son aquellos que sirven para realizar mezclas o reacciones y que además pueden ser sometidos a calentamiento (vaso de precipitado, Erlenmeyer, cristalizador, vidrio de reloj, balón, tubo de ensayo).
- **Equipos de medición:** es un instrumento que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones, y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta conversión. Ejemplo: balanza, pHmetro, termómetro.

- **Equipos especiales:** equipos auxiliares para el trabajo de laboratorio. Ejemplo: centrífuga, estufa, baño termostático, etc.
- **Diversos equipos:** es importante tener presente que todo análisis químico, físico o microbiológico de una muestra requiere la manipulación de diversos equipos o instrumentos de laboratorio.

(UNPSJB, 2015)

(Ciencias UTP, 2018a)

(Ciencias UTP, 2018b)

6. Reactivos y soluciones

Las disoluciones, también llamadas soluciones, se definen como la mezcla de dos sustancias o más y que forman una sola fase, es decir, que son mezclas homogéneas de sus componentes.

6.1. Componentes de una disolución

Los componentes que forman las disoluciones son nombrados dependiendo de la cantidad en que se encuentren en la mezcla. El componente que se encuentre en mayor cantidad es conocido como solvente, mientras que aquel componente que se encuentre en menor cantidad será el soluto. En las soluciones acuosas o aquellas soluciones donde se encuentra agua como uno de los componentes, el agua será el solvente, aunque se encuentre en menor cantidad que el soluto.

6.2. Importancia de las disoluciones

Se encuentran disoluciones en nuestra vida cotidiana muy comúnmente, es muy difícil encontrar sustancias puras en nuestro ambiente, ya que en la gran mayoría de casos se encuentran como mezclas, y en muchos de ellos, como mezclas homogéneas. A continuación, se dan algunos ejemplos de disoluciones y su importancia:

- **En la industria.** Para estudiar el petróleo es indispensable disolverlo, es decir, hacer soluciones de petróleo. Este se disuelve en compuestos orgánicos como el hexano. Para hacer cremas, dentífricos, cosméticos, entre otros, es necesario hacer soluciones. Para extraer colorantes o aceites esenciales, es necesario disolver las plantas en diversos

compuestos orgánicos. Las cerámicas se hacen a base de soluciones sólidas. Las pinturas son soluciones.

- **En la vida diaria.** Los refrescos son soluciones, varios compuestos están disueltos, como ácido carbónico y azúcar. Las frutas y verduras contienen agua, la cual disuelve algunos componentes. Como la mandarina o la naranja, que son muy jugosas y su jugo es rico en vitamina C (soluciones de vitamina C). La limonada es ácido cítrico y azúcar disueltos en agua, una solución.
- **En el ambiente.** Existen soluciones que son capaces de atrapar partículas contaminantes, aunque en la actualidad todavía está en desarrollo la investigación de este tipo de soluciones. La lluvia ácida es un tipo de solución con efectos negativos, pues el agua disuelve los óxidos de nitrógeno y de azufre que salen de las chimeneas o escapes. En el área de la química, las soluciones son muy importantes, pues para hacer análisis químico es indispensable el empleo de las soluciones. En el área de síntesis química, la mayoría de las reacciones se llevan a cabo en soluciones. Para sintetizar un nuevo medicamento, se emplean varias soluciones. (Luquez, 2016)

6.3. Clases de disoluciones

Según la cantidad de soluto disuelto en una cantidad dada de solvente, las disoluciones pueden ser:

- **Diluida.** En estas disoluciones la cantidad de soluto disuelto es muy pequeño en comparación con la cantidad de solvente. Por ejemplo, si se agrega una cucharadita de sal en un litro de agua.
- **Concentrada.** A pesar de que en estas soluciones hay una cantidad grande de soluto en un solvente determinado, esta no alcanza a ser la máxima cantidad de soluto que puede ser disuelto por el solvente.
- **Saturada.** Estas disoluciones contienen disuelta la máxima cantidad de soluto que se puede; si se agrega un poco más de soluto, este ya no podrá disolverse.
- **Sobresaturada.** Contiene una cantidad de soluto que no alcanza a ser disuelto por el solvente debido a que este ya alcanzó el punto máximo de soluto disuelto en él.

6.4. Solubilidad

La solubilidad se define como la capacidad de un soluto para disolverse en un solvente. Además, es la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en una cantidad determinada de un solvente. Esta solubilidad normalmente es expresada en gramos de soluto por cada 100 ml de solvente.

6.5. Factores que afectan la solubilidad

La solubilidad de un soluto en un solvente se puede ver afectada por diferentes condiciones a las que se someta la disolución. Estas condiciones pueden ser: la

temperatura, la agitación, la naturaleza de los componentes de la disolución, la presión y la superficie de contacto del soluto con el solvente.

Temperatura y agitación:

Al aumentar la temperatura y el grado de agitación en una disolución, aumenta la energía cinética de sus partículas, por lo que se favorece el movimiento de estas y se permite que se difuminen más rápido por todo el solvente.

- **Presión:** esta afecta en gran medida la solubilidad de los gases, ya que al aumentar la presión que se ejerce sobre un gas en una disolución, este se solubiliza más en un solvente.
- **Superficie de contacto:** mientras más superficie de contacto tenga un soluto, es más soluble. Si se da la trituración, pulverización o fragmentación de un soluto sólido, la superficie de contacto de este será mayor, lo que favorecería la interacción y su disolución en un solvente.

6.6. Unidades de la concentración de las disoluciones

La concentración de una disolución es la cantidad de soluto que hay en una determinada cantidad de solvente. Cuando se habla de concentrado, diluido o saturado, no se alcanza a dimensionar cantidades. Para que este valor sea más exacto, se puede expresar mediante unidades que indiquen las cantidades de soluto y solvente que se puede encontrar en una disolución.

Unidades físicas y químicas

Existen distintas expresiones para referirse a la concentración de una disolución, distintas relaciones cuantitativas entre cantidad de soluto, disolvente y disolución; relaciones de masas, masas y volúmenes, moles y volúmenes, etc.

En el siguiente esquema, se pueden apreciar las unidades de concentración más utilizadas:

Figura 5. Unidades físicas y químicas de concentración



Nota. Tomada de M. J. (2019).

Se presentan las unidades físicas y químicas de concentración con sus respectivas fórmulas. Las físicas son: % en masa, % en volumen, % en masa volumen y partes por millón; por su parte, las químicas son: molaridad, molaridad, fracción molar y normalidad.

7. Recepción de muestras

La recepción de las muestras es uno de los pasos más importantes en el análisis de estas, ya que constituye un pilar fundamental para la trazabilidad de la información que ello conlleva.

7.1. Recepción de la muestra al laboratorio (agua)

El laboratorio donde se practican los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras para la vigilancia, generalmente, cuenta con instalaciones y equipos propios de la autoridad sanitaria y son operados por especialistas en técnicas de análisis de agua. Los laboratorios donde se practican los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras para el control cuentan con instalaciones, equipos y personal propios de la persona prestadora o son laboratorios particulares autorizados por el Ministerio de la Protección Social, según resolución expedida por el Ministerio de la Protección Social, porque cumplen con los requisitos mínimos previstos en el Artículo 27 del Decreto 1575 de 2007.

Algunas recomendaciones

El personal de estos laboratorios, encargados de la recepción de las muestras, así como los encargados de la recolección y transporte de las muestras, debe seguir algunas recomendaciones, especialmente en aquellos laboratorios donde por la complejidad y tamaño de los sistemas de distribución, se procesan muestras recogidas por varios equipos de recolección o procedentes de varios clientes, como es el caso de los laboratorios particulares.

Procedimiento de entrada y registro

Las muestras deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia. Y se requiere la siguiente información en el procedimiento de entrada y registro:

a) Número de código de la muestra.
b) Nombre de la persona prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.
c) Nombre del (o los) tomador(es) de muestras.
d) Número del método de muestreo.
e) Localización de almacenamiento de la muestra.

Inspección

El recepcionista del laboratorio debe inspeccionar el etiquetado de las muestras y compararlo con la información del registro de campo o acta de toma de muestra de agua, si se trata de muestras para vigilancia. Si hay conformidad en esta inspección, el recepcionista del laboratorio firma este documento de vigilancia o control, incluyendo la fecha y hora de llegada. Si no hay conformidad, el recolector anota en la parte del formato correspondiente las observaciones o las inconformidades encontradas en la inspección de las muestras y firma el acta, incluyendo la fecha y hora de llegada. Para cualquiera que sea el caso anteriormente descrito, le asigna un número o código para su entrada, la registra en el libro del laboratorio y guarda las muestras en el cuarto frío, bajo llave, hasta que sea asignada a un analista. Una vez la muestra está en el laboratorio, el encargado del cuarto frío y los analistas son responsables de su cuidado y vigilancia.

¿Agilidad o preservación?

Las muestras se deben entregar en el laboratorio lo más pronto posible. Como máximo en un término de seis (6) horas desde el momento en que se inició el proceso de recolección. Si no es posible cumplir con este tiempo, se deben prever procedimientos de almacenamiento y preservación para asegurar su entrega en las horas previstas por el laboratorio. Es importante coordinar el envío de las muestras al laboratorio en horas convenientes, con el propósito de realizar los análisis en el horario normal de trabajo y el mismo día, si es posible.

A su llegada al laboratorio, si es imposible analizar las muestras de inmediato. Estás se deben preservar en condiciones tales que eviten cualquier contaminación procedente del exterior del recipiente y que impidan cualquier cambio de su contenido. Para este propósito se recomienda usar gabinetes refrigerados o fríos y lugares oscuros. Después de su llegada al laboratorio, las muestras se deben manejar refrigeradas y el análisis debe iniciarse de inmediato o máximo a las dos horas siguientes de su llegada. (Instituto Nacional de Salud, 2011)

7.2. Recepción de la muestra al laboratorio (suelo)

En el proceso de recepción de la muestra (de suelo) en el laboratorio, se tiene un mecanismo muy similar al descrito en el proceso de recepción de muestras de agua:

a) **El laboratorio.** El laboratorio donde se practican los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras son operados por especialistas en técnicas de análisis de suelo. Los laboratorios donde se practican los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras para el control

cuentan con instalaciones, equipos y personal propios de la persona prestadora o son laboratorios particulares autorizados. El personal de estos laboratorios encargados de la recepción de las muestras, así como los encargados de la recolección y transporte de las muestras, debe seguir las siguientes recomendaciones, especialmente en aquellos laboratorios donde, por la complejidad y tamaño de los sistemas de distribución, se procesan muestras recogidas por varios equipos de recolección o procedentes de varios clientes, como es el caso de los laboratorios particulares.

b) **Registro inmediato.** Las muestras deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia.
La siguiente información debe requerirse en el procedimiento de entrada y registro:

- Número de código de la muestra.
- Nombre de la persona prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.
- Nombre del (o los) tomador(es) de muestras.
- Número del método de muestreo.
- Localización de almacenamiento de la muestra.

c) **Inspección y etiquetado.** El recepcionista del laboratorio debe inspeccionar el etiquetado de las muestras y compararlo con la información del registro de campo o acta de toma de muestra de suelo. Si

hay conformidad en esta inspección, el recepcionista del laboratorio firma este documento de vigilancia o control, incluyendo la fecha y hora de llegada. Si no hay conformidad, el recolector anota en la parte del formato correspondiente las observaciones o las inconformidades encontradas en la inspección de las muestras y firma el acta incluyendo la fecha y hora de llegada. Para cualquiera que sea el caso anteriormente descrito, a la muestra se le asigna un número o código para su entrada, se registra en el libro del laboratorio y se guarda en el cuarto frío, bajo llave, hasta que sea asignada a un analista. Una vez la muestra está en el laboratorio, el encargado del cuarto frío y los analistas son responsables de su cuidado y vigilancia.

d) **Prontitud en la entrega.** Las muestras se deben entregar en el laboratorio lo más pronto posible. Es importante coordinar el envío de las muestras al laboratorio en horas convenientes, con el propósito de realizar los análisis en el horario normal de trabajo y el mismo día, si es posible.

   A su llegada al laboratorio, si es imposible analizar las muestras de inmediato, estas se deben preservar en condiciones tales que eviten cualquier contaminación procedente del exterior del recipiente, su deterioro y que impidan cualquier cambio de su contenido.

   Para este propósito se recomienda usar gabinetes refrigerados o fríos y lugares oscuros. Se deben manejar las muestras refrigeradas después de su llegada al laboratorio. (Instituto Nacional de Salud, 2011)

7.3. Recepción de la muestra al laboratorio (olores)

En la última fase de la recolección de muestras, se requiere supervisión y control constante; su importancia radica en organizar las actividades de transporte, preservación, almacenamiento y recepción de las muestras de tal forma que estas no sean alteradas, modificadas o que generen un riesgo que se materialice en resultados no verídicos al procesar las muestras.

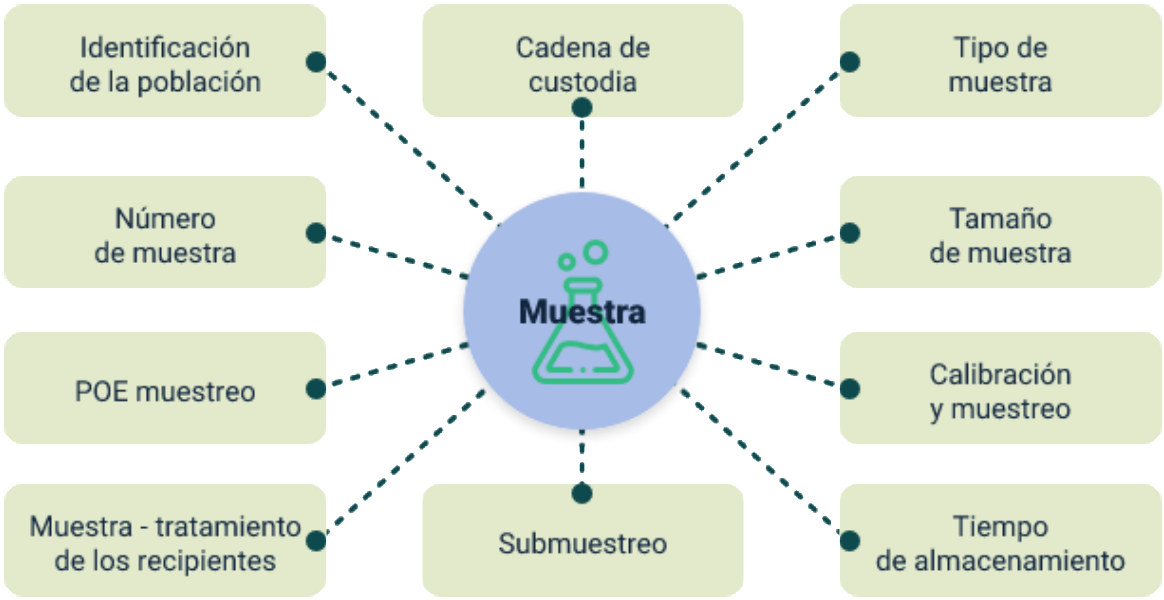
Cadena de custodia

De acuerdo con el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC] (2004), en la guía técnica colombiana [GTC] 100, la cadena de custodia se define como el procedimiento que se da cuando una muestra está bajo custodia (posesión o control físico) de alguien, de modo que se debe evitar la manipulación indebida o alteración de sus características, desde la toma de la muestra hasta que se desecha (p.3).

Control y seguimiento

Como se puede evidenciar en el siguiente esquema, la cadena de custodia es un proceso de control y seguimiento que se inicia antes de la toma de la muestra, ya que debe ser la base para la programación de esta desde el plan de muestreo.

Figura 6. Programa de muestreo de agua



Nota. Tomada de Instituto Nacional de Salud (2011).

El programa de muestreo del agua abarca la identificación de la población, el número de muestra, el POE muestreo, la muestra – tratamiento de los recipientes, el submuestreo, el tiempo de almacenamiento, la calibración y muestreo, el tamaño de la muestra, el tipo de muestra y la cadena de custodia.

Criterios

De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud [INS], en su manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio, a manera general, se podría definir que la cadena de custodia involucra las definiciones de criterios para las siguientes actividades:

- La toma de la muestra.
- El uso del recipiente para la misma.
- El almacenamiento temporal.

- El transporte al laboratorio.
- Almacenamiento en el laboratorio.
- El desarrollo de los análisis.
- El desechado de la muestra (p.51).

Garantía de datos y conclusiones

Por lo tanto, la importancia de la cadena de custodia es garantizar el soporte de los datos y conclusiones a los que se llegue con el estudio o ensayo de muestreo de forma adecuada en una situación legal o reglamentaria, que busca mantener registros que certifiquen que los procedimientos fueron desarrollados según condiciones técnicas y que los resultados son verídicos y fiables (ICONTEC, 2004, p.3).

7.4. La entrega al laboratorio

Las muestras de olores deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia.

La siguiente información debe requerirse en el procedimiento de entrada y registro:

- Número de código de la muestra.
- Nombre de la persona prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.
- Nombre del (o los) tomador(es) de muestras.
- Número del método de muestreo.

- Localización de almacenamiento de la muestra.

Al finalizar la entrega se debe realizar el respectivo seguimiento y la respectiva trazabilidad de la documentación y muestras.

8. Sistema internacional de medidas y notación científica

Cuando se cuenta al medir, lo que estamos haciendo es comparar dos cantidades. Por ejemplo, cuando se necesita saber cuál es la longitud de una ventana, lo que se hace es comparar la longitud de una regla o metro.

Medir es seccionar determinada cantidad en partes iguales usando otra cantidad que sirva de referencia para compararla y contarla. Por ejemplo, en caso de querer saber la cantidad de agua con la que se llena una piscina. Para ello se tiene un balde, o cubeta, y una fuente de agua. Lo que se hace es empezar a llenar cubetas de agua y vaciar su cantidad dentro de la piscina varias veces.

Al contar el número de veces que se llena y vacía la cubeta dentro de la piscina, también se habrá hecho una medición de cuánta agua necesita la piscina para quedar llena.

8.1. Unidades de medición

Sería muy complejo que se mida las cantidades, las longitudes, los pesos, entre otros, con lo que nos pareciera, ya que cada uno tendría un parámetro distinto y no habría un acuerdo universal para establecer cálculos precisos sobre algo.

Es por ello por lo que se crearon las unidades de medida, con el fin de tener un parámetro de referencia sobre las cantidades, magnitudes y demás en todo el mundo.

8.2. El sistema internacional de unidades y notación científica

El Sistema Internacional de Unidades se basa en dos tipos de magnitudes físicas. Las siete que toma como fundamentales son:

- Longitud.
- Tiempo.
- Masa.
- Intensidad de corriente eléctrica.
- Temperatura.
- Cantidad de sustancia.
- Intensidad luminosa.

Y por otro lado existen las derivadas, que son las restantes y que pueden ser expresadas con una combinación matemática de las anteriores. Las más frecuentes son: superficie, volumen, velocidad, aceleración, densidad, frecuencia, periodo, fuerza, presión, trabajo, calor, energía, potencia, carga eléctrica, diferencia de potencial, potencial eléctrico, resistencia eléctrica, etcétera.

8.3. Sistema de unidades: CGS, MKS, SI, inglés

Un sistema de unidades es un conjunto consistente de unidades de medida. Definen un conjunto básico de unidades de medida a partir del cual se derivan el resto. Existen varios sistemas de unidades:

- **Sistema Internacional de Unidades o SI:** es el sistema más usado. Sus unidades básicas son: el metro, el kilogramo, el segundo, el ampere, el kelvin, la candela y el mol.

- **Sistema Métrico Decimal:** primer sistema unificado de medidas.
- **Sistema Cegesimal o CGS:** denominado así porque sus unidades básicas son el centímetro, el gramo y el segundo.
- **Sistema Técnico de Unidades:** derivado del sistema métrico con unidades del anterior, actualmente este sistema está en desuso.
- **Sistema Inglés:** aún utilizado en los países anglosajones, principalmente en Estados Unidos. Muchos de ellos lo están intentando reemplazar por el Sistema Internacional de Unidades.

Es así como en Colombia el Instituto Nacional de Metrología ha establecido que en el país se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades (abreviado SI del francés: Le Système International d'Unités), también denominado Sistema Internacional de Medidas; es el nombre que recibe el sistema de unidades que se usa en la mayoría de los países y es la forma actual del sistema métrico decimal.

El SI también es conocido como sistema métrico, especialmente en las naciones en las que aún no se ha implantado para su uso cotidiano. Fue creado en 1960 por la Conferencia General de Pesos y Medidas, que inicialmente definió seis unidades físicas básicas. En 1971, se añadió la séptima unidad básica, el mol.

Una de las principales características, y que constituye la gran ventaja del SI, es que sus unidades están basadas en fenómenos físicos fundamentales. La única excepción es la unidad de la magnitud masa, el kilogramo, que está definida como la masa del prototipo internacional del kilogramo o aquel cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas. (Universidad de Panamá, s.f.)

Las unidades del SI son la referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medida y a las que están referidas a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones o comparaciones. Esto permite alcanzar la equivalencia de las medidas realizadas por instrumentos similares, utilizados y calibrados en lugares apartados, y por ende asegurar, sin la necesidad de ensayos y mediciones duplicadas, el cumplimiento de las características de los objetos que circulan en el comercio internacional y su intercambiabilidad.

8.4. Conversiones de unidades

La conversión de unidades es la transformación de una unidad en otra. Un método para realizar este proceso es el uso de los factores de conversión y las, muy útiles, tablas de conversión. Bastaría multiplicar por una fracción (factor de conversión) y el resultado es otra medida equivalente en la que han cambiado las unidades.

Cuando el cambio de unidades implica la transformación de varias unidades se pueden utilizar varios factores de conversión, uno tras otro, de forma que el resultado final será la medida equivalente en las unidades que se busca. Por ejemplo:

Si queremos pasar 8 metros a yardas, lo único que tenemos que hacer es multiplicar 8(0.914 yd) = 7.312 yd.

Factor de conversión

El factor de conversión es una fracción en la que el numerador y el denominador son medidas iguales expresadas en unidades distintas, de tal manera que esta fracción equivale a la unidad. Método efectivo para cambio de unidades y resolución de ejercicios sencillos, dejando de utilizar la regla de tres.

Precisión

Se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Esta cualidad debe evaluarse a corto plazo. No debe confundirse con exactitud ni con reproducibilidad.

La precisión es un parámetro relevante, especialmente en la investigación de fenómenos físicos, ámbito en el cual los resultados se expresan como un número más una indicación del error máximo estimado para la magnitud. Es decir, se indica una zona dentro de la cual está comprendido el verdadero valor de la magnitud.

Cifras significativas

Son aquellas que tienen significado real o aportan alguna información. Las cifras no significativas aparecen como resultado de los cálculos y no tienen significado alguno. Las cifras significativas de un número vienen determinadas por su error. Son cifras significativas aquellas que ocupan una posición igual o superior al orden o posición del error. (Facultad de Ingeniería de LUZ, 2018)

Por ejemplo, se considera una medida de longitud que arroja un valor de 5432.4764 m con un error de 0.8 m. El error es por tanto del orden de décimas de metro. Es evidente que todas las cifras del número que ocupan una posición menor que las décimas no aportan ninguna información. En efecto, ¿qué sentido tiene dar el número con precisión de diez milésimas si se afirma que el error es de casi 1 metro? Las cifras significativas en el número serán, por tanto, las que ocupan la posición de las décimas, unidades, decenas, etc., pero no las centésimas, milésimas ni diezmilésimas.

Cuando se expresa un número debe evitarse siempre la utilización de cifras no significativas, puesto que puede suponer una fuente de confusión. Los números deben redondearse de forma que contengan sólo cifras significativas. Se llama redondeo al proceso de eliminación de cifras no significativas de un número.

Notación científica

La notación científica (o notación índice estándar) es un modo conciso de representar un número utilizando potencias de base diez. Los números se escriben como un producto: a × 10k, (siendo a un número mayor o igual que 1 y menor que 10, y k un número entero). Esta notación se utiliza para poder expresar más fácilmente números muy grandes o demasiado pequeños. La notación científica utiliza un sistema llamado coma flotante, o de punto flotante, en países de habla inglesa y en algunos hispanohablantes.

9. Balance de ecuaciones y pasos para balanceo por tanteo

Una reacción química es el proceso en el cual ocurre un cambio químico; las sustancias o elementos iniciales se llaman reactivos y las que resultan del proceso de transformación se les llama productos. Una ecuación química es la representación simbólica de las reacciones. Cuando se escribe una ecuación se emplean distintos símbolos o fórmulas de compuestos:

- **Subíndices:** indican la cantidad de átomos que hay de cada elemento en la ecuación.
- **Coeficientes:** indican la proporción que se debe guardar para que se cumpla la ley de la conservación de la materia (se escriben antes de la fórmula de los elementos o compuestos e indican el número de moles). (Emmanuel Asesorías, 2017)

Balanceo de la ecuación por el método de tanteo: es el método para balancear ecuaciones químicas que consiste en que cada miembro de la ecuación química tenga la misma cantidad de átomos, tanto de reactivos como de productos. Para equilibrar ecuaciones, solo se agregan coeficientes a las fórmulas que lo necesiten, pero no se cambian los subíndices. (Emmanuel Asesorías, 2017)

Habiendo comprendido lo que es el balanceo de una ecuación, se deben tener en cuenta los siguientes elementos (Emmanuel Asesorías, 2017):

a) Pasos para el balanceo por tanteo

- Es importante identificar los elementos “no compuestos” que se encuentren en la ecuación y anotar los elementos que se hallaron.

- Registrar el número de átomos que tienen los elementos, multiplicando el coeficiente por el subíndice.
- Verificar en cuáles elementos no se tiene la misma cantidad de átomos.
- Incluir coeficientes enteros “no decimales”, donde sean necesarios para balancear la ecuación.
- Multiplicar los átomos de cada elemento indicados en su subíndice, por su coeficiente, y anotarlos.
- Es importante, cuando no hay un coeficiente enfrente de la fórmula, se toma como uno.
- En caso de que un elemento se repita más de 1 vez en los reactivos o productos, sumar los resultados de sus multiplicaciones y anotarlos.

b) Desarrollo inicial de una ecuación

- Si se observa que los átomos no están balanceados, se deben poner y cambiar coeficientes enteros “no decimales”, donde sean necesarios para balancear la ecuación.
- Los coeficientes afectan a todos los elementos de la fórmula, por lo tanto, también se multiplican por sus subíndices.
- Cuando quede el mismo número de átomos, tanto en los reactivos como en los productos, entonces la ecuación ya quedó balanceada.

c) Desarrollo final de una ecuación

- Finalmente, la ecuación queda balanceada y se lee de la siguiente manera: un mol de ácido fosfórico reacciona con tres moles de

hidróxido de potasio produciendo un mol de fosfato de potasio y tres moles de agua.

10. Microorganismos

En esta sección se verán los microorganismos y sus principales características, tanto sus morfologías como en sus respectivos análisis.

Los microorganismos son aquellos organismos que, por su tamaño reducido, son imperceptibles a la vista. También denominados “microbios”, estos organismos cuentan con una organización biológica muy básica: una proporción importante de ellos cuenta con apenas una única célula. Además, se caracterizan por existir numerosas variedades, de diferentes formas y tamaños. Los organismos unicelulares procariotas y eucariotas, junto con ciertos hongos y algas, componen el universo de los microbios.

Los microorganismos tienen la capacidad de alterar el medio en el cual se encuentran. Los microorganismos tienen una serie de características en común:

- Su tamaño es tan reducido que son imperceptibles a simple vista.
- Sus reacciones metabólicas son muy veloces.
- La relación que mantienen con el medio es intensa.
- Necesitan agua para metabolizar.
- Desarrollan mecanismos de dispersión y de resistencia.
- Tienen la capacidad de alterar el medio en el cual se encuentran.
- Se reproducen a una gran velocidad.
- Su actividad es indispensable para la vida en el planeta.
- Forman parte de los ciclos biogeoquímicos que se llevan a cabo en la naturaleza.
- Son muy livianos, por lo que se transportan en el aire.

10.1. Tipos de microorganismos

Dentro de la naturaleza se pueden identificar diferentes tipos de microorganismos. Algunos de ellos son los siguientes:

- **Virus.** Son los microbios más básicos y solamente se los puede percibir con microscopios electrónicos. Para reproducirse, deben infectar a otros organismos unicelulares, a los que les inoculan su contenido genético (solo pueden reproducirse en una célula huésped).
- **Algas cianofíceas.** Se trata de bacterias de gran tamaño y se caracterizan por hacer fotosíntesis de manera muy similar a las plantas, es decir, oxigénica (desprenden oxígeno).
- **Hongos.** Así como la levadura, muchos de los organismos que integran el reino fungi son microscópicos.
- **Protistas.** Se trata de microbios unicelulares eucariotas de gran volumen. Por lo general, se desarrollan en ambientes acuáticos, que pueden ser de agua dulce o salada, o en lugares muy húmedos. Aunque algunas variedades desarrollan vidas parasitarias, por lo general, estos organismos depredan a otros microorganismos a la hora de alimentarse.
- **Arqueas y bacterias.** Se trata de dos tipos de organismos procariotas y unicelulares, y son los microbios más simples. Conforman el grupo de microbios con mayor presencia en la tierra, se alimentan del hábitat en el que se encuentran y su reproducción es a partir de la división de su material genético.

10.2. Microorganismos perjudiciales y beneficiosos

Los virus solo se pueden reproducir dentro de una célula huésped.

Perjudiciales

Existen microorganismos que resultan perjudiciales para la salud de las personas porque, al atacar células vitales, pueden causarles enfermedades que, en algunas ocasiones, pueden llevar a la muerte.

- **Bacterias.** Son microorganismos que pertenecen al reino monera, liberan toxinas y pueden sobrevivir dentro o fuera de una célula. Además, son unicelulares y carecen de núcleo. No todas las bacterias son patógenas, algunas pueden ser beneficiosas para la salud o neutrales.
- **Virus.** Estos microbios, que tienen forma espiralada o esférica, solo se pueden reproducir dentro de una célula huésped. Estos microbios, que pueden ser infecciosos, cuentan con un único tipo de ácido nucleico y son siempre patógenos. Los virus nunca pueden ser eliminados con antibióticos y solamente se pueden atacar sus síntomas.
- **Hongos.** Estos microbios pueden generar enfermedades infecciosas y se desarrollan en el exterior de los cuerpos. (Raffino, 2020)

Beneficiosos

Dentro de los microorganismos, también existen variedades que son beneficiosas para la vida, el medio ambiente y la salud del ser humano. A continuación, algunos ejemplos donde los microbios intervienen de forma beneficiosa:

- **Industria alimenticia.** Los microbios juegan un rol fundamental en la producción de ciertos productos. Por ejemplo, el yogur, el queso o la

cerveza son el resultado de alimentos fermentados, gracias al accionar de los microbios. En estos casos, los microbios producen ácido láctico que facilita la conservación de los alimentos.

- **Cuerpo humano.** Existen microorganismos que participan de ciertos procesos dentro del cuerpo humano, como en la digestión, y hasta actúan en defensa de otros organismos que sí pueden afectar a la salud.
- **Basura.** Por medio de ciertos procesos biológicos, como la estabilización o descomposición, los microbios limpian los residuos. Terminan por convertir los residuos en humus o compost.
- **Agricultura.** Muchos de los microorganismos que habitan el suelo facilitan la producción agrícola. Ya sea porque actúan como plaguicidas, o bien porque ayudan al crecimiento de las plantas.

10.3. Ejemplos de microorganismos

Los microbios como el *Escherichia coli* habitan en los intestinos. Algunos de los microorganismos más conocidos y estudiados que pueden ocasionar enfermedades son los siguientes (Raffino, 2020):

- **Escherichia coli.** Son los microbios causantes de enfermedades como diarrea hemorrágica o insuficiencia renal. Habitan en los intestinos.
- **Salmonella.** Estos microorganismos ocasionan diversas enfermedades. Buena parte de ellas son diarreicas. Se propaga a través de la orina y las heces.

- **Streptococcus pneumoniae.** Son los microbios que causan enfermedades como neumonía, sinusitis u otitis, así como también meningitis.
- **Mycobacterium tuberculosis.** En general, afectan el funcionamiento del hígado y del pulmón, pero tienen la capacidad de enfermar a cualquier órgano del cuerpo. Son microbios muy resistentes al frío.
- **Yersinia pestis.** Este microbio, que puede ocasionar peste, habita en los roedores, aunque se transmite a través de pulgas.
- **Bacillus cereus.** Este microorganismo ocasiona intoxicaciones, vómitos, diarrea y náuseas. Habita en alimentos y se caracteriza por reproducirse muy fácilmente.
- **Treponema pallidum.** Este microorganismo se combate con penicilina y se caracteriza por no sobrevivir en el exterior del cuerpo. Además, este microbio ocasiona la enfermedad de transmisión sexual llamada sífilis.

11. Medios de cultivo

El medio de cultivo constituye el aporte de nutrientes indispensables para el crecimiento de los microorganismos. La composición precisa dependerá de la especie que se quiera cultivar, porque las necesidades nutricionales varían considerablemente. Hay microorganismos muy poco exigentes, que crecen bien en medio de laboratorios normales, y microorganismos muy exigentes, que necesitan determinadas sustancias, como vitaminas, suero o sangre, para crecer. (Universidad Miguel Hernández de Elche, s. f.)

a) Existen medios cuya composición permite el crecimiento de:
    - Un gran número de especies (agar nutritivo, caldo ordinario, agar de Sabouraud).
    - Determinados microorganismos (impidiendo el desarrollo de otros), son los denominados medios selectivos.
    - Otros, en cambio, se desarrollan para el estudio de determinadas pruebas fisiológicas o test bioquímicos (utilización de citratos, acidificación a partir de azúcares, etc.).

b) Los medios de cultivo poseen una serie de componentes:
    - Indispensables: se incluye el agua, nutrientes orgánicos (hidratos de carbono, aminoácidos, vitaminas, etc.) y nutrientes inorgánicos (P, Fe, N, Mg, S, etc.).
    - Alternativos: sustancias isosmotizantes (NaCl), agente solidificante (agar-agar), tampones, indicador de pH, etc.

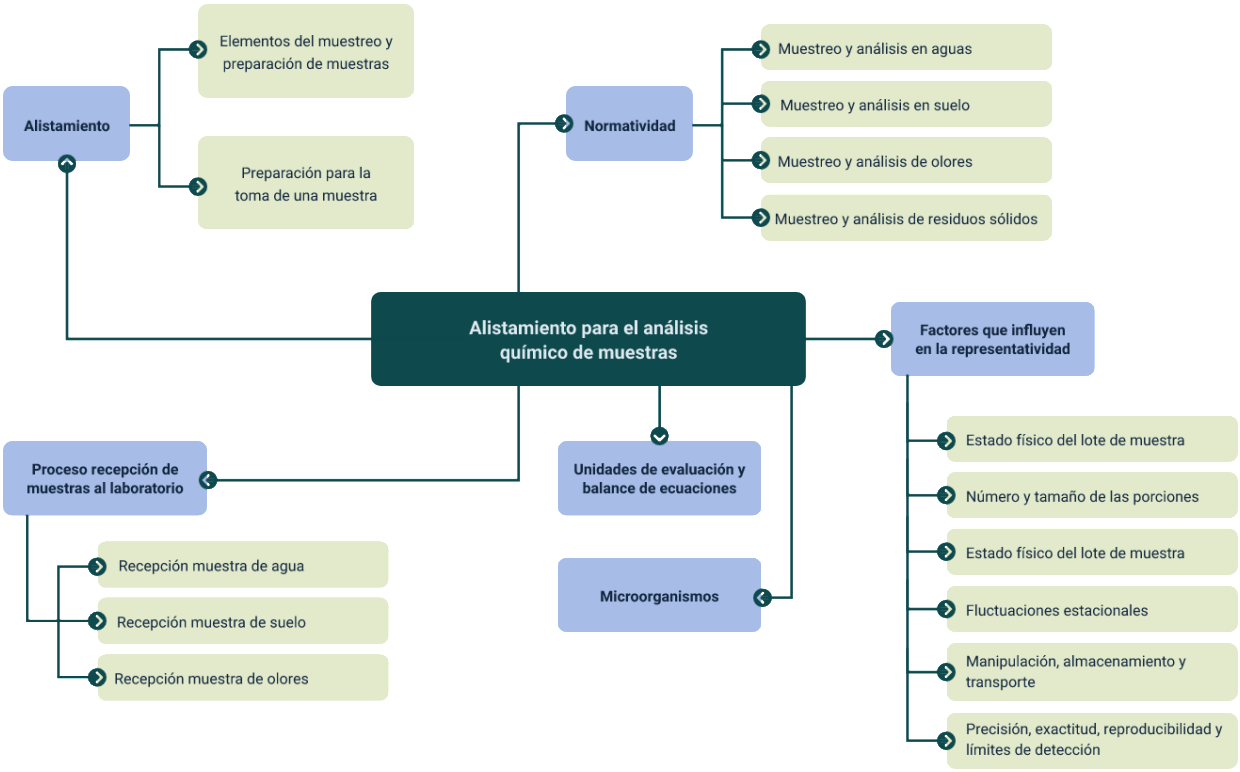
c) Durante las prácticas se van a manejar medios de cultivo de composición muy variada y de tres tipos diferentes en cuanto a consistencia: medios sólidos, semisólidos y líquidos. Este último aspecto es importante a la hora de la preparación de estos. Aunque los medios artificiales o sintéticos se pueden preparar a partir de sus componentes individuales, se pueden adquirir comercialmente como medios deshidratados a los que solamente hay que añadir la cantidad de agua necesaria.

d) El fabricante indica la composición, la caducidad y la cantidad que debe pesarse por cada litro a preparar, e incluso cómo debe esterilizarse.

- Objetivos concretos de la práctica.
- Preparar medios de cultivo como soporte y fuente de nutrientes para el desarrollo de los microorganismos in vitro.
- Manejar los instrumentos de uso rutinario, a la vez que imprescindibles, en el laboratorio de microbiología.
- Hacer un primer acercamiento a la manipulación de microorganismos. Adquirir la idea de la importancia del trabajo en condiciones de esterilidad y las técnicas más comunes para realizarlo. (Universidad Miguel Hernández de Elche, s.f.)

Síntesis

El siguiente mapa integra los criterios y especificidades de los conocimientos expuestos en el presente componente formativo.



Material complementario

Tema	Referencia	Tipo de material	Enlace del recurso
Factores que influyen en la representatividad	Safeplus. (2015, 3 diciembre). BPL / Buenas Prácticas de Laboratorio de la OCDE [Video]. YouTube.	Video	https://youtu.be/oXwLNsi6tAU
Factores que influyen en la representatividad	Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2016, 2 diciembre). El etiquetado según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/lDv9Cptgio8
Factores que influyen en la representatividad	Medicina Laboral. (2018, 21 agosto). ¿Qué es el Sistema Globalmente Armonizado del Decreto 1496 de 2018? [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/rSZ3E7_JChk
Materiales de laboratorio	Ciencias UTP. (2018a, 25 marzo). Laboratorio N°1: Introducción a los materiales y mediciones - Parte 1 [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/KbuSX-iglXA
Materiales de laboratorio	Ciencias UTP. (2018b, marzo 25). Laboratorio N°1: Introducción a los materiales y mediciones - Parte 2 [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/BQ71Al120Vs
Reactivos y soluciones	Echavarría, S. (2012, 28 agosto). Disoluciones Químicas [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/GrQvY70Z-1s
Factores que afectan la solubilidad	Profe en c@sa. (2013, 22 septiembre). Solubilidad [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/6SF8bc1oiIE

Tema	Referencia	Tipo de material	Enlace del recurso
Balance de ecuaciones y pasos para balanceo por tanteo	Emmanuel Asesorías. (2017, 24 agosto). Balanceo por tanteo (muchos ejemplos paso a paso) [Vídeo]. YouTube.	Video	https://youtu.be/blrrI4LARGo

Glosario

Aguas residuales: aguas que contienen residuos líquidos o materias sólidas evacuadas como desechos (WMO, 2012). Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas, domésticas, urbanas, y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales) (IDEAM, s.f.).

Almacenamiento: representa el proceso de recolección y acumulación de residuos sólidos en el sitio de generación de los diferentes sectores de la producción. Implica la tenencia de residuos peligrosos por un período temporario al final del cual estos serán tratados, dispuestos o almacenados en otro lugar. (ICBF, 2020)

Análisis físico y químico del agua: son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas (Resolución 2115, 2007, p.1).

Calidad del agua: es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua con el contenido de las normas que regulan la materia (Decreto 1575, 2007, p.1).

Emergencia: es aquella situación de peligro o desastre o la inminencia del mismo, que afecta el funcionamiento normal de la empresa. Requiere de una reacción inmediata y coordinada de los trabajadores, brigadas de emergencias y primeros auxilios y, en algunos casos, de otros grupos de apoyo, dependiendo de su magnitud. (ICBF, 2020)

Ficha de Seguridad (FDS) u Hoja de datos de Seguridad: es una fuente que proporciona información completa sobre una sustancia o mezcla con miras al control y reglamentación de su utilización en el lugar de trabajo. Adicional a lo anterior, aporta información sobre peligros, incluidos aquellos para el medio ambiente, y sobre las medidas de seguridad correspondientes. (ICBF, 2020)

Horizonte del suelo: es una capa de suelo o de material de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno, que es producto de la evolución y que difiere de capas adyacentes genéticamente relacionadas con ella en propiedades y características físicas, químicas y biológicas. (NTC 3656)

Monitoreo: proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados según norma (IDEAM, s.f.).

Muestra disturbada: muestras obtenidas del terreno sin ningún intento de preservar la estructura del suelo; es decir las partículas del suelo se recogen “sueltas” y se dejan mover unas en relación con otras (NTC 4113-1).

Muestra no disturbada: muestras obtenidas del terreno usando un método diseñado para preservar la estructura del suelo; es decir, se usa equipo de muestreo especial, de tal forma que no se deja que las partículas y los vacíos cambien con respecto a la distribución existente en el terreno antes del muestreo. (NTC 4113-1).

Muestra simple: este tipo de muestra se toma en un momento y lugar determinado. Es aplicable en los casos que se sabe, la composición del agua no varía significativamente en el tiempo o lugar, como lo son usualmente para caracterización fisicoquímica de aguas naturales. En este caso, tomar diferentes muestras puntuales

puede ser útil para describir el comportamiento a través del espacio y tiempo (NTC 5667-2, 1995).

Muestras compuestas: de acuerdo con el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras [INVEMAR], en el Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos, se describen estas muestras como las que son usadas en su mayoría para vertimientos domésticos e industriales. Debido a la variación horaria de su caudal, son muy utilizadas en el monitoreo de ríos, vertimientos o procesos industriales en línea. Su toma se realiza en un mismo punto, en intervalos de tiempo previamente definidos, y el volumen de cada muestra parcial puede ser constante o variar en función del caudal. (INVEMAR).

Muestras integradas: este tipo de muestra consiste en la recolección de muestras simples, en diferentes puntos de manera simultánea, que posteriormente son mezcladas. En caso de presentarse variaciones de caudal en los puntos de muestreo, se debe tener en cuenta para que el volumen aportado sea proporcional al caudal medido durante la toma de la muestra. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2017).

Perfil del suelo: exposición vertical de horizontes de un suelo individual que son el resultado de la edafogénesis durante el período de formación del suelo (NTC 3656).

Suelo contaminado: es aquel que, por acción natural y principalmente antrópica, recibe sustancias extrañas de tipo sólido, líquido o gaseoso, que limitan, o pueden limitar, el crecimiento de las plantas y afectan desfavorablemente la biota edáfica, la vida animal y la salud humana. (NTC 3656).

Referencias bibliográficas

Algoestadistica. (2011, 23 abril). Notación científica. Probabilidad y Estadística. http://pedroprobabilidadyestadistica.blogspot.com/2011/04/notacion-cientifica.html

Comisión Europea. (2021). Métodos de muestreo para los distintos tipos de muestras - SAMANCTA. https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/ES/GeneralProcedures/SamplingMethods_ES.htm

Instituto Nacional de Salud. (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo para análisis de laboratorio. INS. https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin SIVICAP/2011 Manual toma de muestras agua.pdf

M. J. (2019, 7 enero). Molaridad y molalidad. La Guía de Química. https://quimica.laguia2000.com/general/unidades-de-concentracion-parte-1

Raffino, M. (2020, 23 julio). Microorganismo - Concepto, tipos, características y ejemplos. Concepto.de https://concepto.de/microorganismo/

Salgado, S. (2018). La elección del método de análisis: importancia e impacto [Trabajo de grado, Universidad de Sevilla, Sevilla]. Facultad de Farmacia. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82149/SALGADO%20GONZ%C3%81LEZ%2C%20SARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Al%20elegir%20un%20m%C3%A9todo%2C%20se,costo%20(Harvey%2C%202016)

Universidad de Panamá. (s. f.). Sistema Internacional. Cursos de Química Analítica. https://alkemist.jimdofree.com/qm-112/sem-2-sistema-internacional/

Universidad Miguel Hernández de Elche. (s. f.). Preparación de Medios de Cultivo. Catálogo de Prácticas de Microbiología. https://mobile.sites.google.com/a/goumh.umh.es/practicas-de-microbiologia/indice/preparacion-de-medios-de-cultivo?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1

Universidad Politécnica de Cartagena. (2017). Toma y tratamiento de muestras. http://www.upct.es/~minaeees/toma_tratamiento_muestras.doc

UNPSJB. (2015). Química. Guía de laboratorio Nº1. UNPSJB. https://www.academia.edu/38593733/CATEDRA_QU%C3%8DMICA

Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizábal	Líder del Ecosistema	Dirección General
Rafael Neftalí Lizcano Reyes	Responsable de Línea de Producción	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura - Regional Santander
Diana Carolina Triana Guarnizo	Instructora	Centro de Gestión Industrial
Juan Carlos Cárdenas Sánchez	Instructor	Centro de Gestión Industrial
Gloria Esperanza Ortiz Russi	Diseñadora instruccional	Centro de Diseño y Metrología
Natalia Andrea Bueno Pizarro	Evaluadora instruccional	Centro de Diseño y Metrología
Martha Isabel Martínez Vargas	Productora audiovisual	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Fabián Leonardo Correa Díaz	Diseñador Instruccional	Centro agropecuario La Granja, Regional Tolima
Alix Cecilia Chinchilla Rueda	Evaluador Instruccional	Centro de Gestión Industrial
Uriel Darío González Montoya	Acompañamiento pedagógico	Regional Tolima – Centro Agropecuario La Granja
Juan Daniel Polanco Muñoz	Diseñador web	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Edward Leonardo Pico Cabra	Desarrollador Fullstack	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Camilo Andrés Bolaño Rey	Locución	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura Regional Santander

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Wilson Andrés Arenales Cáceres	Ilustración	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura Regional Santander
Carlos Eduardo Garavito Parada	Producción audiovisual	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura Regional Santander
Zuleidy María Ruiz Torres	Validador de Recursos Educativos Digitales	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Luis Gabriel Urueta Álvarez	Validador de Recursos Educativos Digitales	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Daniel Ricardo Mutis Gómez	Evaluador para contenidos inclusivos y accesibles	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura