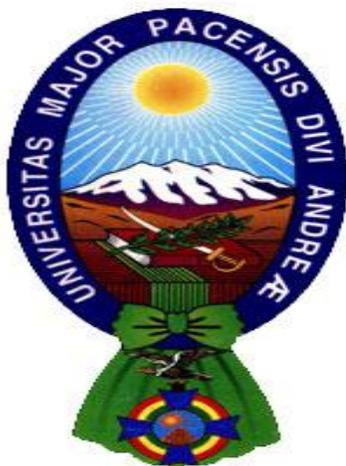


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
QUÍMICA INDUSTRIAL



DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL EN FERTILIZANTES POR
TÉCNICA VOLUMÉTRICA ACIDO-BASE

PROYECTO DE APLICACIÓN PARA OPTAR EL NIVEL DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL

POSTULANTE: CHAMBI MAMANI CINTHIA ELIANA

LA PAZ – BOLIVIA

2017

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la oportunidad de realizar este trabajo y haberme dado salud y fortaleza para lograr superar todos los obstáculos y cumplir con todas las metas propuestas en este largo camino.

A mi padres Alberto Chambi y Emiliana Mamani, quienes con su amor, dedicación y sacrificio me supieron guiar y enseñar valores morales para mi formación personal y profesional.

A mi hermana Pamela Chambi quien supo brindarme su apoyo incondicional y ha sabido compartir todos mis momentos difíciles y alegres a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis amigas, amigos y compañeros que a lo largo de este trayecto me supieron alentar para la culminación de esta etapa tan esperada de mi vida.

Para todas esas personas antes mencionadas a quienes aprecio y estimo mucho les dedico este trabajo.

Cinthia Chambi

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento y gratitud a las siguientes personas que colaboraron en la culminación de este trabajo:

Al Director de la Carrera Química Industrial Ing. Cesar Ruiz Ortiz por la paciencia y apoyo. A mis tribunales; Lic. Mario Hilaquita; Lic. Wilson Cori por su colaboración y ayuda proporcionada pese a su escaso tiempo, a los docentes de la Carrera quienes me forjaron como estudiante para llegar a ser una profesional y al personal administrativo.

Y un agradecimiento especial a la Lic. Patricia Duchén por su enseñanza, paciencia, orientación, colaboración y constante preocupación, quien es y será un pilar fundamental a lo largo de mi camino como profesional.

A Lic. Edmundo Ovando por su aporte técnico en este trabajo y la paciencia que demostró en la entrega de materiales y su colaboración en las prácticas.

Y por último a la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología, que me dio todas las bases y pensamientos que aportaron de gran medida para ser quien soy hoy en día.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificación Técnica.....	4
CAPÍTULO 2	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Generalidades del fósforo	6
2.1.1 Importancia del fósforo en el suelo para la agricultura	7
2.2 Fertilizantes	9
2.2.1 Clasificación de los fertilizantes.....	10
2.2.3 Fertilizantes orgánicos.....	10
2.2.4 Fertilizantes minerales	12
2.2.5 Fertilizantes fosfatados.....	13
2.2.6 Fertilizantes organo – minerales	15
2.2.7 Fertilizante líquido orgánico foliar o biofermentado	16
2.3 Generalidades del análisis volumétrico	16
2.3.1 Tipos de volumétrías	18
2.3.3 Diferentes tipos de volumetría	21
2.3.4 Titulación (o valoración)	22
2.3.5 Punto de Equivalencia.....	23

2.3.6 Detección del punto final	24
2.3.7 Titulaciones de neutralización	25
2.4 Indicadores químicos ácido-base	27
2.4.1 Clasificación de los indicadores.....	27
2.4.2 Generalidad del indicador fenolftaleína	29
CAPÍTULO 3	32
DISEÑO METODOLÓGICO.....	32
3.1 Fertilizante químico.....	32
3.2 Diagrama de flujo del proceso	33
3.3 Fertilizante líquido orgánico.....	34
3.4 Diagrama de flujo del proceso	35
3.5 Material volumétrico graduado.....	36
CAPÍTULO 4	38
PARTE EXPERIMENTAL	38
4.1 Preparación de las muestras	38
4.1.1 Procedimiento.....	38
4.1.2 Determinación de fosforo como P_2O_5	39
4.2 Preparación de la muestra.....	41
4.2.1 Procedimiento.....	41
4.2.2 Determinación de fósforo como P_2O_5	42
CAPÍTULO 5	45
RESULTADOS	45

5.1 Resultados del fertilizante químico	45
5.2 Resultados del fertilizante orgánico	47
CAPITULO 6	52
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	55

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre “el método de análisis volumétrico titulación acido-base para la cuantificación de fosforo presente en el fertilizantes”

El objetivo es dar a conocer un método confiable para cuantificar el mineral que en este caso es el fosforo en fertilizantes de tal manera que sirva como herramienta para futuros trabajos.

Para realizar este trabajo es el análisis cuantitativo se debe estudiar el concepto de fertilizante estableciendo su clasificación, uso y formas de presentación. Así mismo establecer los conceptos básicos del análisis y su clasificación.

Análisis cuantitativo; en donde se trata de determinar la cantidad de uno o varios elementos presente en una muestra, la información se expresa en número con indicaciones de las unidades que estos presentan.

El análisis cuantitativo es indispensable en una amplia variedad de operaciones y técnicas como lo es: alimentos, medicamentos, minería, metalurgia, etc. No hay ningún material en donde la química analítica no tome parte.

La química analítica permite el análisis de muestras de fertilizantes minerales para así cuantificar los elementos tales como; fósforo, calcio, magnesio, azufre, cobre, hierro, zinc, cobalto y sodio utilizando el método volumétrico.

Esta es una práctica correspondiente a la volumetría de neutralización o acido-base. En ella se utilizan ácidos o bases como sustancias valorantes de bases o ácidos.

El punto final de la valoración lo da el cambio de un indicador acido-base, cuya características es el de presentar una coloración dada según el pH del medio.

Todo esto conduce a la necesidad de optimizar el método volumétrico, con parámetros de análisis adecuado con el propósito de asegurar que los resultados obtenidos por el estudio sean certeros y confiables.



CAPÍTULO 1

OBJETIVOS

CAPÍTULO 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema en específico es el poco conocimiento de los métodos cuantitativos que existe de modo sencillo para el análisis de los diferentes minerales.

La técnica volumétrica se basa en la cuantificación del volumen de una solución patrón que reacciona totalmente con el analito de interés y está relacionada estequiometricamente con este. Estos métodos implican la utilización de indicadores para determinar el punto final de la reacción.

La hipótesis planteada es realizar a través de este análisis volumétrico un procedimiento basado en la medida del volumen de reactivos necesarios para reaccionar con el analito. De este modo, al medir de forma exacta el volumen de reactivo, de concentración conocida, necesario para que pueda reaccionar con el analito, se podrá calcular la concentración de la muestra que en nuestro caso es el fertilizante para determinar el fósforo total.

Y a través de este trabajo permite que el estudiante y el docente realicen el análisis de diferentes minerales utilizando la técnica o método volumétrico ácido-base.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar el contenido de fósforo total en fertilizantes orgánicos e inorgánicos mediante el análisis volumétrico por técnica o titulación ácido-base.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar los principios de la volumetría acido-base en la determinación de la concentración de fósforo en el patrón muestra (fertilizante).
- Encontrar los parámetros y condiciones necesarias para la determinación de fósforo en fertilizantes.
- Adecuar la metodología volumétrica de neutralización determinando el punto de equivalencia de la reacción acido-base, mediante el uso de un indicador.

1.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El método de volumetría de neutralización o titulación acido-base permite calcular la concentración y su exactitud se halla directamente relacionada con las operaciones de pesada y medidas con el material volumétrico; en general se puede afirmar que son bastante exactos, además que este método es relativamente rápido, sencillo y fácilmente automatizables.

Este método es adecuado para la determinación de fósforo disponible en fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Por lo tanto el interés de este trabajo es con el fin de establecer una documentación que permita ofrecer una información fiable sobre el análisis volumétrico ya que existe poca información sobre este método.

The logo of Universidad Mayor Pacensis DMI Amre Aë is an oval emblem. It features a sun with rays at the top, a mountain range in the middle, and a green field with a blue cross at the bottom. The text "UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DMI AMRE AË" is written around the perimeter of the oval.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL FÓSFORO

El fósforo (P) es un no metal multivalente perteneciente al grupo V, se encuentra en la naturaleza formando fosfatos orgánicos y en los organismos vivos en procesos celulares pero jamás en estado nativo. Es muy reactivo y se oxida espontáneamente en contacto con el oxígeno atmosférico, es un elemento fosforescente. El fósforo posee un spin molecular de +1/2 y se usa en investigaciones de resonancia magnética nuclear. (2)

Cuadro N° 1 Datos generales del elemento químico fósforo

Nombre	Fósforo
Numero atómico	15
Símbolo químico	P
Valencia	+3,-3,5,4
Electronegatividad	2.1
Configuración electrónica	(Ne)3s ² 3p ³
Masa atómica	30,9738 g/mol
Densidad	1.82 g/ml
Punto de ebullición	280°C
Punto de fusión	44.20°C

Fuente: www.fertilizantesgl.com

El fósforo tiene varias formas alotrópicas, es decir, cuando un elemento químico tiene una misma composición pero un aspecto físico diferente y cada forma tiene propiedades diferentes

El fósforo es un constituyente de varios compuestos orgánicos en plantas tal como el ácido nucleico y fosfolípidos. Una deficiencia de fósforo interfiere con la

síntesis de estos compuestos y como resultado disminuye la división celular y la producción de la semilla. El fósforo, como los fosfatos, también actúan en el proceso de catálisis de la reacción que genera etilalcohol y dióxido de carbono a partir de azúcares. El desarrollo de la raíz y la madurez de una temprana cosecha son dependientes del fósforo. El fosfato se encuentra presente en varias coenzimas; la más famosa es el adenosin trifosfato (ATP), que transporta energía usada por un número importante de procesos bioquímicos.

El fósforo es un elemento esencial en el metabolismo de las plantas y animales. El contenido total de P_2O_5 en el cuerpo humano adulto es de aproximadamente 1,6 Kg. La mayor parte del cual se encuentra formando los huesos.

Este nutriente ingresa a la planta a través de las raíces del vegetal en forma de aniones derivados del ácido fosfórico como son el $H_2PO_4^-$ y el HPO_4^{2-}

Pequeñas cantidades de fósforo se encuentran disponibles a partir de huesos molidos y en los depósitos de guano, principalmente en regiones áridas como los famosos depósitos peruanos. Sin embargo, comercialmente, la roca fosfórica es la fuente principal de todos los productos químicos fosforados. El origen de este mineral puede ser ígneo o sedimentario.

El fósforo se encuentra formando el mineral llamado apatita, el cual, cuando es puro, contiene alrededor del 40 a 42% en peso de P_2O_5 .

2.1.1 IMPORTANCIA DEL FOSFORO EN EL SUELO PARA LA AGRICULTURA

EL FÓSFORO EN EL SUELO

Estos son algunos factores que el fosforo influyen en el suelo para la agricultura y son las siguientes:

- Tipo de material parental del cual el suelo procede
- Condición climática

- Erosión
- Cultivos precedentes
- Fertilización fosforada

Formas inorgánicas del fósforo del suelo consisten en:

- Apatita (fuente original de todo fósforo)
- Complejos de hierro y aluminio fosfatados
- Fósforo absorbido por partículas de arcilla

La solubilidad del fósforo orgánico e inorgánico es extremadamente baja

- Solo una pequeña cantidad del fósforo del suelo está en solución en algún momento determinado.
- La mayoría de los suelos contienen menos de 1 kg/ha de fósforo soluble, en algunos casos el contenido es considerablemente menor.

La solución del fósforo del suelo puede ser cambiada rápidamente y en suficiente cantidad para una óptima producción del cultivo.

- A través de una adecuada fertilización fosforada
- Buen mantenimiento del cultivo/ suelo

LAS REACCIONES DEL FÓSFORO EN EL SUELO

El fósforo se encuentra en los suelos tanto en forma orgánica como inorgánica y su solubilidad en el suelo es baja. Existe un equilibrio entre el fósforo en la fase sólida del suelo y el fósforo en la solución del suelo.

Las plantas pueden adsorber solamente el fósforo disuelto en la solución del suelo, y puesto que la mayor parte del fósforo en el suelo existe en compuestos químicos estables, sólo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento dado.

Al absorber el fósforo de la solución del suelo por las raíces, parte del fósforo adsorbido a la fase sólida del suelo es liberado a la solución del suelo, para mantener un equilibrio químico.

Los tipos de compuestos de fósforo que existen en el suelo son principalmente determinados por el pH del suelo y por el tipo y la cantidad de los minerales en el suelo. Por lo general, los compuestos minerales que forma el fósforo son compuestos de aluminio, hierro, manganeso y calcio.

En suelos ácidos el fósforo tiende a reaccionar con aluminio, hierro y manganeso, mientras que en suelos alcalinos, la fijación dominante es con el calcio. El rango de pH óptimo para la disponibilidad máxima del fósforo es de 6.0-7.0.

En muchos suelos la descomposición de la materia orgánica y los residuos de cultivos contribuyen al fósforo disponible.

2.2 FERTILIZANTES

Figura N°1 Tipos de fertilizantes



Fuente: biofertilizantes y agro-sustentabilidad

La palabra “fertilizante” significa toda sustancia, simple o compuesta, o una mezcla de ellas, portadora de elementos nutritivos esenciales para el desarrollo vegetal de elementos nutritivos esenciales para el desarrollo vegetal, ya sea por su aplicación al suelo o directamente a las plantas.

Es un material que contiene uno o más nutrientes para plantas que se pueden agregar al suelo para hacerlo más productivo. La fertilización del suelo viene a ser un

crecimiento del suelo. Se agrega el fertilizante al suelo para asegurar que no hay deficiencia de algunos nutrientes para las plantas lo que puede afectar al desarrollo.

Los productos comerciales que contienen nutrientes o alimento para planta esenciales se las refiere como fertilizantes comerciales y se manufactura y vende en cantidades específicas de nutrientes de planta las que se enumeran en recipientes. La cantidad de fertilizante siempre se expresa en porcentaje de cada elemento presente.⁽⁴⁾

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Cuadro Nº 2 Clasificaciones de los fertilizantes

Según la fuente	Según la condición física	Según el nutriente	Según la mezcla
Orgánicos	Líquidos	Nitrogenadas	Simple: un elemento(N, P o K)
Órgano-mineral	Suspensión	Fosfatados	Mixto: NP, NK, PK
Inorgánicos	Sólidos	Potásicos	Completa: NPK

Fuente: <http://virtual.ues.edu.sv/>

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES SEGÚN COMPOSICIÓN

- Fertilizantes Orgánicos
- Fertilizantes Minerales
- Fertilizantes Órgano – Minerales

2.2.3 FERTILIZANTES ORGÁNICOS

Estos se obtienen a partir de yacimientos naturales o de residuos orgánicos.

Es decir que se llaman así a todos aquellos fertilizantes compuestos de carbono o dicho de otro modo de materia orgánica vegetal o animal. El fertilizante orgánico es esencial en primer lugar porque proviene de los seres vivos, es absolutamente natural y favorece la vida microbiana del suelo indispensable para el equilibrio de la planta. Además aporta otros elementos como los oligoelementos y sobre todo constituye una reserva alimenticia para varios meses pues su descomposición es lenta (requiere agua, calor y tiempo).⁽⁷⁾

Los fertilizantes de naturaleza orgánica se denominan en general abonos. Incluye diversos compuestos orgánicos como estiércoles, residuos derivados de diferentes industrias, productos estabilizados como compost, etc. En este grupo, se encuentran los residuos provenientes de la producción de plantas y animales, los residuos agroindustriales y los urbanos. Constituyen una fuente importante de nutrientes para las plantas además poseer un rol como mejoradores de las propiedades físicas del suelo. Todos ellos comparten ventajas derivadas de su alto contenido de materia orgánica que, como es sabido posee efectos favorables sobre la capacidad de intercambio catiónico, retención de agua, buffer térmico, disponibilidad de nutrientes, reducción de la actividad del aluminio, mejoramiento de la estructura del suelo.

En comparación con los fertilizantes producidos sintéticamente, el aporte de nutrientes de los abonos orgánicos es muy bajo y desbalanceado. Así, por ejemplo, en el estiércol, el aporte de fósforo es muy elevado respecto del nitrógeno mientras que el de potasio es bajo. Además, los nutrientes se encuentran mayormente en formas orgánicas que deben transformarse en inorgánicas para estar disponibles para las plantas.

En este contexto es preciso diferenciar el caso de la urea, que siendo un compuesto orgánico, su origen corresponde a un proceso de síntesis química. Además su concentración en nutrientes (nitrógeno) es alta (46 %) representando una diferencia con los fertilizantes de origen orgánico.

En los últimos años, se han difundido algunos fertilizantes orgánicos de composición química poco definida cuyo destino es fundamentalmente su aplicación en cultivos intensivos de altos requerimientos. Entre ellos se encuentran los ácidos húmicos y

fúlvicos que se extraen de la materia orgánica humificada (estiércol, turba, etc.). Estos fertilizantes orgánicos se pueden aplicar directamente al suelo, a través del riego (i.e. fertirriego) o vía foliar. Existen en el mercado diversas formulaciones comerciales que incluyen además de los ácidos orgánicos, otros componentes como micro elementos, aminoácidos, etc.

2.2.4 FERTILIZANTES MINERALES

Son extraídos de yacimientos naturales y tratados industrialmente u obtenidos por síntesis industrial. Los fertilizantes minerales son químicamente puros, totalmente solubles y directamente asimilables por la planta cuando se quelatan. Son de acción muy rápida y sólo deben de intervenir en forma bien dosificada como complemento del fertilizante orgánico, su aporte resulta indispensable ya que ayuda al crecimiento. ⁽⁸⁾

Los fertilizantes minerales están constituidos de compuestos químicos inorgánicos, tantos de origen natural como producidos industrialmente. La urea y los quelatos sintéticos con micronutrientes, por ejemplo, a pesar de contener carbono, son considerados fertilizantes minerales o químicos dado a su origen industrial. Los fertilizantes minerales, se pueden clasificar en:

- **Fertilizantes simples:** Son aquellos que sólo contienen uno de los tres elementos nutritivos principales; nitrógeno, fósforo o potasio. Según el elemento que incluyan se denominan nitrogenados, fosfatados o potásicos, respectivamente.
- **Fertilizantes complejos:** Son fertilizantes que contienen más de un nutriente, los cuales se producen a través de una reacción química que integra los elementos nutritivos en un solo gránulo. A modo de ejemplo se podrían citar el nitrato de potasio, el nitrato simple de potasio y los fosfatos de amonio.
- **Fertilizantes mixtos o compuestos:** Son el resultado de la mezcla de dos o más fertilizantes simples o complejos. Los fertilizantes compuestos pueden ser binarios o

terciarios, según que en su composición participen dos o tres elementos principales. Los terciarios, lógicamente contienen nitrógeno, fósforo y potasio, independiente de cualquier otro elemento nutritivo adicional.

Los fertilizantes binarios, al tener solamente dos de los tres elementos pueden ser de tres tipos.

- Nitrogenados-fosfatados o binarios NP
- Nitrogenados-potásicos o binarios NK
- Fosfo-potásicos o binarios PK

Para definir el fertilizante compuesto basta indicar tres cifras que corresponden a la riqueza de los elementos, precisamente en el orden NPK. Así, un abono compuesto 12-24-12, contiene 12 % de N, 24 % de P_2O_5 y 12 % de K_2O .

Los fertilizantes minerales sólidos pueden presentar forma de polvo, perlado o de gránulos. La granulometría de un fertilizante es importante, en la medida que afecta la superficie específica o de contacto, y por lo tanto aspectos tan importantes como la velocidad de reacción y absorción de agua o el grado de higroscopicidad de un fertilizante. Los fertilizantes muy solubles en agua, como la urea y los muy higroscópicos como el nitrato de amonio y nitrato de calcio, deben presentar una granulometría más gruesa, es decir, en forma de gránulos. Por otro lado aquellos de muy baja solubilidad en agua, tales como los fosfatos naturales, deben preferirse a la forma de polvo.

2.2.5 FERTILIZANTES FOSFATADOS

Estos fertilizantes pueden ser sólidos o líquidos, siendo distinguibles los sólidos por su solubilidad del agua.

Cuadro N° 3 Composiciones de fertilizantes químicos

Nombre	Composición
Superfosfato normal	18% fosfato-20% calcio-12% azufre
Superfosfato triple	43% fosfato-14% calcio-1.5% azufre

Fuente: SEP-DGETA-FAO 1997 "suelos y fertilización"

Estos fertilizantes que contienen fosfatos solubles al agua son rápidamente absorbidos por las plantas y son factibles de aplicarse al tiempo de la siembra porque las plantas jóvenes responden bien al fosfato. Si el suelo donde se ha aplicado este tipo de fertilizantes cuenta con el pH entre 6.5 y 7.5, la disponibilidad a las plantas es mejor.

Cuadro N° 4 Composiciones de fertilizantes químicos

Nombre	Composición
Escoria básica	15% fosfato-28% calcio-3.5% magnesio
Fosfato di cálcico	39% fosfato-30% calcio

Fuente: SEP-DGETA-FAO 1997 "suelos y fertilización"

Es en los suelos ácidos donde se suelen utilizar especialmente los fertilizantes con fosfato soluble a los acido débiles. Es gracias a la alta concentración de calcio presente en estos fertilizantes que es posible corregir a la acidez del suelo. Para obtener un mejor efecto, es recomendable incorporar este fertilizante inmediatamente después de la distribución al voleo.

Los fertilizantes fosfatados se producen a partir de rocas fosfóricas que son extraídas de diferentes regiones del mundo siendo los mayores depósitos aquellos ubicados en África del Norte y Medio Oriente (Marruecos, Túnez, Jordania, EEUU, China y Rusia). El 75 % de las rocas fosfóricas son de origen marino, 10-15 % ígneas y una pequeña proporción se encuentra en los depósitos de guano.

Los superfosfatos se elaboran por medio de la reacción de rocas fosfóricas con ácidos, principalmente sulfúrico y ácido fosfórico. El superfosfato simple se produce por la reacción de la roca fosfórica con ácido sulfúrico (H_2SO_4). El superfosfato triple requiere la reacción de roca fosfórica con ácido fosfórico. El ácido fosfórico en reacción con el NH_3 produce fosfato mono amónico (MAP) y diamónico (DAP).

Las rocas fosfóricas son recursos finitos no renovables. La estimación de reservas y recursos de roca fosfórica es muy variable. De acuerdo a un relevamiento reciente realizado por el IFDC (International Fertilizer Development Center, EE.UU), las reservas globales (depósitos de extracción rentable bajo las condiciones económicas y técnicas actuales, y reportadas como roca concentrada) alcanzaría las 60 billones de toneladas de roca fosfórica, mientras que los recursos (roca fosfórica de cualquier grado que podría ser producida en el futuro, incluyendo las reservas) alcanzaría las 290 billones de toneladas. Así, en base a estas estimaciones y teniendo en cuenta los actuales niveles de producción, las reservas de roca fosfórica estarán disponibles para la producción de fertilizantes fosfatados por los próximos 300-400 años.

2.2.6 FERTILIZANTES ÓRGANO – MINERALES

Es una mezcla de ambos. Es decir que es una mezcla de materia orgánica con nutrientes minerales: (Nitrógeno, Potasio, Magnesio, Manganeso, etc.)

Estos vienen normalmente granulados. Ideales para realizar una fertilización completa en el abonado de fondo en todo tipo de cultivos.

Están constituidos de compuestos de naturaleza orgánica, representados por residuos de origen vegetal, animal, agroindustrial y urbanos. Naturalmente, todos los productos orgánicos contienen cantidades variables de elementos nutritivos, dependiendo de la fuente utilizada. En general los niveles de los nutrientes primarios son bajos, razón por la cual, en algunas oportunidades se les adiciona un fertilizante mineral con el objeto de enriquecer le fertilizante orgánico. A este tipo de productos se les conoce como fertilizantes órgano-minerales. ⁽⁸⁾

2.2.7 FERTILIZANTE LÍQUIDO ORGÁNICO FOLIAR O BIOFERMENTADO

A diferencia de los anteriores, son líquidos, que requieren mucho menos mano de obra, además se pueden hacer en grandes volúmenes y a su vez, se diluyen para su aplicación en una proporción del 4 al 10%, lo que los hace mucho más baratos. Se obtienen mediante la biofermentación, en un medio líquido, de estiércoles de animales, principalmente vacuno, hojas de plantas y frutas con estimulantes como: leche, suero, melaza, jugo de caña, jugo de frutas o levaduras, dependiendo del tipo de biofermento a elaborar como se verá más adelante o cenizas, entre otros.

Pueden ser aeróbicos (proceso en presencia de aire) o anaeróbicos (proceso con ausencia de aire). Su aplicación podría hacerse directamente sobre las plantas o sobre los suelos, si éstos tienen cobertura o sobre aboneras. Por el proceso de biofermentación, los abonos orgánicos además de nutrientes aportan vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antibióticos y una gran riqueza microbial que contribuye a equilibrar dinámicamente el suelo y la planta, haciéndose ésta resistente a insectos dañinos y a enfermedades.⁽⁹⁾

.2.3 GENERALIDADES DEL ANÁLISIS VOLUMÉTRICO

Un análisis volumétrico es todo aquel procedimiento basado en la medida de volumen de reactivo necesario para reaccionar con el analito. De este modo, al medir de forma exacta el volumen de reactivo, de concentración perfectamente conocida, necesario para reaccionar completamente con el analito, podremos calcular su concentración en la muestra. En lo sucesivo a lo largo de este tema y los siguientes dedicados a análisis volumétrico, nos referiremos al mismo con los términos volumetría y/o valoración, aun teniendo claro la diferencia entre ambos.⁽¹²⁾

Las valoraciones incluyen un numeroso grupo de procedimientos cuantitativos basados en la medida de la cantidad de un reactivo de concentración conocida, que es consumida por el analito. De acuerdo con la clasificación general de los métodos de

análisis (clásicos, instrumentales y de separación) podemos hablar de valoraciones volumétricas y gravimétricas, técnicas a las que generalmente nos referimos con el nombre de volumetrías y gravimetrías, respectivamente.

- En las valoraciones volumétricas se mide el volumen de una disolución de concentración conocida necesario para reaccionar completamente con el analito.
- Las valoraciones gravimétricas se diferencian de las anteriores en que se mide la masa de reactivo en vez de volumen.

En un montaje típico empleado para llevar a cabo una volumetría la disolución de analito se encuentra en un vaso de precipitados o en un matraz Erlenmeyer y la disolución del reactivo en la bureta. El medio de valoración debe ser agitado de forma continua para favorecer el contacto entre las especies reaccionantes, pudiendo agitarse de forma manual, por medio de una varilla, o automática, a través de un agitador magnético.

La titulación es un método en el cual se agrega un volumen de solución estandarizada (el estándar) a una solución desconocida (el problema) para determinar en título de algún componente de dicho problema.

Los requisitos para una titulación volumétrica son los siguientes:⁽¹¹⁾

1. Una solución titulante con una concentración conocida de reactivo, debe reaccionar totalmente con el analito siguiendo una estequiometría reproducible y a una velocidad de reacción adecuada, y debe ser estable el tiempo para el análisis
2. Una técnica para medir el volumen de solución titulante con la exactitud y precisión necesarias.
3. Una técnica para medir el peso de la muestra o el volumen con la precisión y exactitud deseada.

4. Un tratamiento previo para eliminar las interferencias si la reacción entre el reactivo y el analito no es suficientemente específica como para eliminar los efectos de los componentes de la matriz.
5. Una técnica para medir en que momento la reacción entre el titulante y el analito consume totalmente a este último.

En el análisis volumétrico se encuentra los siguientes métodos:

- a. Ácidos y bases en medio acuoso
- b. Ácidos y bases en medio no acuoso
- c. Complejometría
- d. Precipitación o argentometría
- e. Oxido-reducción (REDOX)

2.3.1 TIPOS DE VOLUMÉTRÍAS

Las volumetrías se pueden clasificar de acuerdo con la naturaleza de la reacción química de valoración en volumetrías ácido-base, de oxidación-reducción, de complejación y de precipitación.

No todas las reacciones químicas pueden ser empleadas como reacciones de valoración, es necesario que la reacción sea:

- **Sencilla:** La reacción entre el analito y el valorante debe ser simple, ya que es la base de los cálculos para la obtención del resultado final.
- **Rápida:** para llevar a cabo la volumetría en poco tiempo, de lo contrario sería necesario esperar cierto tiempo tras cada adición de valorante, resultando un método poco práctico.
- **Estequiométrica:** para los cálculos ha de existir una reacción definida.
- **Completa:** permitiendo así realizar los cálculos.

Además de estos cuatro requisitos básicos relativos a la reacción química de valoración, para poder llevar a cabo la valoración ha de disponerse de una disolución patrón del reactivo valorante, un sistema de detección del punto final y material de medida exacta (buretas, pipetas aforadas y balanzas analíticas).

Si atendemos al procedimiento seguido para el desarrollo de la valoración podemos distinguir principalmente tres tipos de volumetrías:

- En una valoración directa el valorante se añade a la disolución del analito hasta completar la reacción. Es el tipo de valoración más sencilla y se recomienda su aplicación siempre que sea posible.

- En una valoración por retroceso, también llamada retro valoración, se añade al analito un exceso conocido del reactivo valorante, y se usa un segundo reactivo estándar para valorar el exceso del primer reactivo. Estas valoraciones se usan principalmente cuando: o el punto final de la valoración por retroceso es más claro que el de la valoración directa. o Cuando se necesita un exceso del 1^{er} reactivo para que se dé por completo la reacción con el analito. Si la reacción de la valoración directa no es favorable, por ejemplo tiene una cinética lenta.

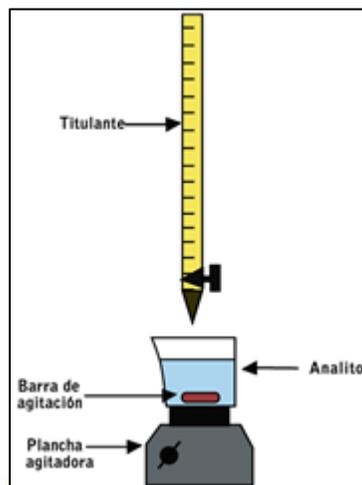
La valoración de anión oxalato con anión permanganato, valorando el exceso de este último con hierro (II) es un ejemplo de valoración por retroceso.

- Las valoraciones por sustitución, también llamadas por desplazamiento, se basan en la sustitución de un ión por otro. Su campo de aplicación más importante se halla en las valoraciones de complejación de iones metálicos con el ligando EDTA.⁽¹²⁾

2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS VOLUMÉTRICOS

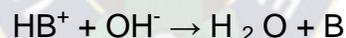
Los métodos volumétricos se clasifican de acuerdo con el tipo de reacción que ocurre en la titulación: ⁽¹⁰⁾

Figura N° 2 Esquema de una titulación

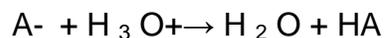
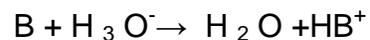
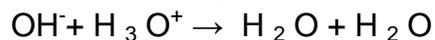


Fuente: métodos volumétricos

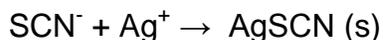
Titulaciones ácido-base: los ácidos fuertes, los ácidos no demasiado débiles y las sales de bases muy débiles se pueden titular con una solución de una base fuerte de concentración exactamente conocida. Las respectivas reacciones son:



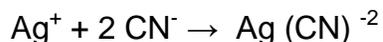
Las bases fuertes, las bases no demasiado débiles y las sales de ácidos muy débiles pueden titularse con una solución de un ácido fuerte de concentración exactamente conocida:



Titulaciones por precipitación: el producto de la reacción es un precipitado. Las titulaciones más importantes involucran al ión Ag^+ en la titulación de halogenuros o SCN^- . Por ejemplo:



Titulaciones por complejación: son pocas las que involucran analito y reactivo inorgánicos; el ejemplo más conocido es la titulación de cianuros usando nitrato de plata como reactivo:



Son muy utilizadas las titulaciones de cationes usando reactivos orgánicos como el ácido tetraprótico etilendiaminotetraacético, EDTA (H_4Y), que produce quelatos con casi todos los iones metálicos. Por ejemplo, a pH 9 regulado por un buffer,



Titulaciones de óxido - reducción: los reactivos oxidantes más corrientes son KMnO_4 , Ce(IV) , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, I_2 , y entre los reductores $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$,

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, etc. Una reacción típica es la titulación del analito Fe (II) con el reactivo KMnO_4 :



2.3.3 DIFERENTES TIPOS DE VOLUMETRÍA

Valoraciones directas.⁽⁵⁾

El reactivo valorante, R, se añade al analito, A, hasta que la reacción se completa. Los cálculos se basan en considerar el número de moles (o mili moles) del reactivo valorante y del analito que intervienen en la reacción.

Valoraciones indirectas.

Cuando la reacción directa es lenta o no se dispone del indicador adecuado se recurre a valoraciones indirectas que consisten en añadir al analito, A, un exceso de alguna especie, E, que reaccione con él y valorar finalmente algún producto de esa reacción.

Valoraciones por retroceso.

Se llevan a cabo añadiendo un exceso conocido de algún reactivo, X, al analito, valorando posteriormente el exceso con un segundo reactivo, R.

Es conveniente utilizar este método cuando el punto final que se observa en ellas es más nítido que con la valoración directa, o cuando se necesita un exceso del primer reactivo para que se complete la reacción. Esto puede ser debido a problemas de tipo cinético.

Valoraciones por desplazamiento.

Cuando no se tienen indicadores adecuados, sobre todo en valoraciones complejo métricas, puede recurrirse a una valoración por desplazamiento. En esta técnica el analito, M^{2+} se trata con un exceso de complejo EDTA–magnesio, MgY^{2-} , produciéndose el desplazamiento del ion Mg^{2+} , el cual se valora finalmente con EDTA.

2.3.4 TITULACIÓN (O VALORACIÓN)

Es un procedimiento en el que se añade un patrón a la solución de un analito hasta que se considere completa la reacción entre el analito y el reactivo.

Valoración por retroceso (o retro-titulación)

Es un procedimiento donde el exceso de solución patrón utilizada para consumir un analito se determina mediante titulación con una segunda solución patrón. Este método suele emplearse cuando la velocidad de reacción entre el analito y el reactivo es lenta o cuando la solución patrón es inestable. ⁽¹⁴⁾

Punto Equivalencia:

Es el punto en una titulación en el que la cantidad de titulación patrón añadido equivale a la del analito. También se puede decir que es un valor teórico que no se puede determinar experimentalmente. Solo se puede estimar su posición observando algún cambio físico asociado a la condición de equivalencia. Este cambio se llama punto final de la titulación.

Punto Final de Titulación:

Es el cambio físico observado que se asocia con una condición de equivalencia química. En los métodos volumétricos, el error de titulación

$$E_t = V_{pf} - V_{pe}$$

Donde, V_{pe} , es el volumen teórico de reactivo necesario para alcanzar el punto de equivalencia y V_{pf} es el volumen real gastado para alcanzar el punto final.

2.3.5 PUNTO DE EQUIVALENCIA

De una volumetría es un punto teórico que se alcanza cuando la cantidad de valorante añadido es químicamente equivalente a la cantidad de analito en la muestra. El punto de equivalencia es el resultado ideal (teórico) que se busca en toda valoración. Dado que el punto de equivalencia es un resultado teórico, su determinación experimental es imposible, en su lugar podemos estimar su posición al observar un cambio físico relacionado con la condición de equivalencia. A dicho cambio físico se le llama punto final de la volumetría.

Se debe trabajar siempre en aquellas condiciones para las que la diferencia de volumen de valorante entre el punto de equivalencia y el punto final sea mínima. Sin embargo, estas diferencias existen como consecuencia de las limitaciones de los cambios físicos y de nuestra capacidad para detectarlos. Se denomina error de valoración a la diferencia de volumen entre el punto de equivalencia y el punto final.

El modo de minimizar el error de valoración consiste en escoger una propiedad física cuyo cambio sea fácilmente observable (como el cambio de color de un indicador, el pH, etc.), de manera que el punto final esté muy próximo al de

equivalencia. La estimación del error de valoración es posible llevarla a cabo a través de la valoración del blanco, que consiste en realizar el mismo procedimiento pero en ausencia del analito, y restando el volumen del blanco al de la muestra.

2.3.6 DETECCIÓN DEL PUNTO FINAL

Se exponen a continuación los métodos más comúnmente usados para detectar cuando se ha consumido todo el analito en una volumetría:

Como ejemplo de vía instrumental podemos destacar la detección de un cambio brusco de potencial o de intensidad de corriente en las inmediaciones del punto de equivalencia. La monitorización de la absorción de radiación electromagnética es otro ejemplo de vía instrumental para la detección del punto final de una volumetría. Tal es el caso de la valoración de la proteína transportadora de hierro llamada transferrina con hierro como valorante. La transferrina sin hierro se llama apotransferrina y es incolora. Cada molécula de apotransferrina se une a dos iones de Fe (III), siendo el producto de esta reacción de color rojo, con un máximo de absorbancia a 465 nm. Dado que la absorbancia es proporcional a la concentración de hierro unido a la proteína, es posible seguir el curso de la valoración de una cantidad desconocida de apotransferrina con una disolución estándar de Fe(III). Los turbidímetros, monitores de temperatura, refractómetros, medidores de corriente y de conductividad son otros instrumentos que también se emplean para detectar el punto final de una valoración.

Con diferencia, la forma más común de observar el punto final de una volumetría es agregar un indicador químico a la disolución de analito para producir un cambio físico observable cerca del punto de equivalencia. Entre los cambios típicos de los indicadores se incluyen la aparición o desaparición de color, cambio de color, o aparición o desaparición de turbidez.

Los indicadores pueden clasificarse de acuerdo al tipo de reacción química de valoración en la que se empleen; sin embargo, es necesario considerar que existe gran número de indicadores cuyos cambios de color pueden ser provocados por varias causas, por ejemplo existen indicadores que cambian de color por variación del pH, pero también lo pueden hacer sufriendo reacciones de oxidación-reducción,

lo que significa que estas especies pueden emplearse tanto como indicadores ácido-base como también como indicadores redox.

2.3.7 TITULACIONES DE NEUTRALIZACIÓN

Se presenta con frecuencia la necesidad de determinar la concentración de una solución de ácido o de base. Aunque se podría pensar que bastaría con determinar el pH de la disolución para conocer tal concentración, la realidad es que con ello solamente se determina la concentración del ion hidronio o patrón en el equilibrio, que salvo en el caso de ácidos o bases fuertes, es muy distinta de la concentración total, pues al ir neutralizando por ejemplo, un ácido débil (ácido acético) la cantidad de ion hidronio determinado al final (acidez total) es mayor que la que existe en un momento dado (acidez actual).

En el punto de equivalencia se cumple que el número de mili equivalente (meq ácido) de ácido es igual al número de mili equivalente de base (meq de base).

$$\text{Meq}_{\text{ácido}} = \text{meq}_{\text{base}} \dots\dots (\text{Ec.1})$$

También se cumple que:

$$N_{\text{ácido}} \times V_{\text{ácido}} = N_{\text{base}} \times V_{\text{base}} \dots\dots (\text{Ec.2})$$

Para efectuar la estandarización de la solución de NaOH 0,1 N debe pesar en balanza analítica (cuatro decimales, precisión 0,0001) el ftalato ácido de potasio, se obtiene del siguiente cálculo.

$$\text{mgftalat}_{\text{oácido de potasio}} = N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \times \text{PEftalato}_{\text{ácido de potasio}} \dots (\text{Ec.3})$$

La normalidad de la solución de NaOH es 0,1 N, el volumen que debe ideal de gasto es de 25 a 30 ml y el PE (peso equivalente) del ftalato ácido de potasio por presentar un solo hidrógeno ácido es igual al PM (peso molecular) del ftalato ácido de potasio.

La volumetría de neutralización o titulación ácido-base es una técnica analítica que permite calcular la concentración de un ácido (o de una base) disueltas, a partir del volumen de una solución básica o ácida de concentración conocida. Este procedimiento se conoce por el nombre de valoración ácido-base, recibiendo los nombres específicos de acidimetría o alcalimetría, según se trate de valorar un ácido o una base respectivamente.

Para conocer el instante final de una neutralización (punto de equivalencia) es necesario disponer de un indicador adecuado, cuya zona de viraje de pH corresponda a dicho punto (punto final). Ver Cuadro N°5 o bien emplear algún método físico, tal como medición de conductividad eléctrica de la disolución, que alcanza un mínimo en el punto de equivalencia. Si no se utiliza alguno de estos métodos instrumentales generalmente el punto final se alcanza con el cambio de color del indicador, difiere levemente del punto de equivalencia.

Cuadro N°5: Cambio de color de los indicadores

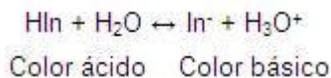
INDICADOR	Color en medio ácido	Color en medio básico	Margen de pH de cambio de color	Pka del indicador
Azul de timol	Rojo	Amarillo	1.2 a 2.8	1.7
Anaranjado de metilo	Rojo	Amarillo	3.2 a 4.4	3.4
Azul de bromo fenol	Amarillo	Azul	3.0 a 4.6	3.9
Verde de bromo cresol	Amarillo	Azul	4.0 a 5.6	4.7
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	4.5 a 6.0	5.0
Azul de bromo timol	Amarillo	Azul	6.0 a 7.6	7.1

Azul de timol	Amarillo	Azul	8.0 a 9.6	8.9
Fenolftaleína	Incoloro	Rosa	8.3 a 10.0	9.4
alizarina	Rojo	violeta	11.0 a 12.4	11.7

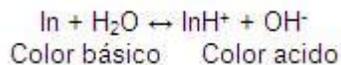
Fuente: química agropecuaria (RB8002)

2.4 INDICADORES QUÍMICOS ÁCIDO-BASE

Un indicador químico es un ácido o base débil cuya forma disociada tiene diferente color que la forma sin disociar ello es debido a que están formados por sistemas resonantes aromáticos, que pueden modificar la distribución de carga según la forma que adopten. Esta alteración por el desplazamiento hacia una forma más o menos disociada, hace que la absorción energética del sistema se modifique y con ello el color. Por ejemplo, el siguiente equilibrio describe el comportamiento de un indicador de tipo ácido, HIn. ⁽¹⁴⁾



En este caso, la disociación se ve acompañada por cambios en la estructura interna del indicador y ocasiona un cambio de color. El equilibrio para un indicador de tipo básico In, es:



2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES.

Indicadores químicos o visuales.

En el caso de los indicadores químicos la propiedad que normalmente experimenta un cambio es la coloración, detectándose el punto final por el cambio de color de la disolución que se produce cuando varía el pH, potencial, se subdividen en:

Auto-indicadores

Cuando el propio valorante o el analito actúan de indicador. El ejemplo más típico es el del permanganato.

Indicadores coloreados

Son los más utilizados; suelen incorporarse al sistema a valorar, introduciéndolos directamente en la disolución del analito, pero otras veces actúan externamente desde fuera de la disolución, extrayéndose entonces pequeñas fracciones de esta y ensayando frente al sistema indicador. Sus coloraciones deben ser intensas para percibir claramente el cambio aun cuando se añadan en muy pequeña proporción con objeto de que se consuman cantidades insignificantes de disolución valorada. Algunas veces una misma sustancia puede actuar de indicador en diversos tipos de reacciones.

Indicadores fluorescentes

Su funcionamiento es parecido al de los indicadores coloreados, aunque son menos numerosos. El final de la valoración se pone de manifiesto por la aparición, desaparición o cambio de la fluorescencia de la disolución problema sometido a la luz ultravioleta.

Indicadores de adsorción

Son sustancias que cambian de color al ser adsorbidas o desorbidas por los sistemas coloidales que se forman en el seno de la disolución problema como resultado de la reacción entre el analito y el valorante.

Indicadores fisicoquímicos.

Con frecuencia se utilizan diversos instrumentos para seguir la variación de la propiedad física a lo largo de la valoración. El método de valoración suele recibir el nombre del sistema instrumental utilizado para detectar el punto final; valoraciones potenciométricas, conductimetrías, amperometrías, espectrofotométricas, termométricas, siendo los métodos electroquímicos los más utilizados. Sin embargo los métodos físico-químicos de indicación de punto final retardan la volumetría al requerir

el trazado de las curvas de valoración, con lo que suele disminuir la frecuencia de los análisis.

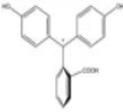
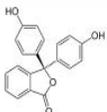
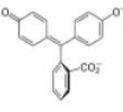
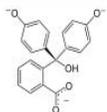
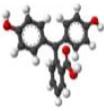
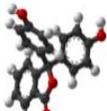
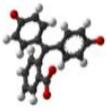
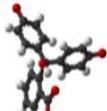
Frente a los indicadores químicos, los métodos instrumentales alcanzan una mayor sensibilidad, precisión, resolución y no interferencia de partículas en suspensión o de especies coloreadas. Además, se prestan a una automatización más sencilla ya que den directamente una señal fácil de manipular electrónicamente y capaz de ser digitalizada para analizarla con un ordenador.

El método de detección utilizado para cada caso particular depende de la reacción que tenga lugar y de la posible presencia de interferencias. Así para la valoración de un ácido fuerte con una base fuerte basta la fenolftaleína, pero si la disolución es coloreada puede ser preferible recurrir a la conductimetría.

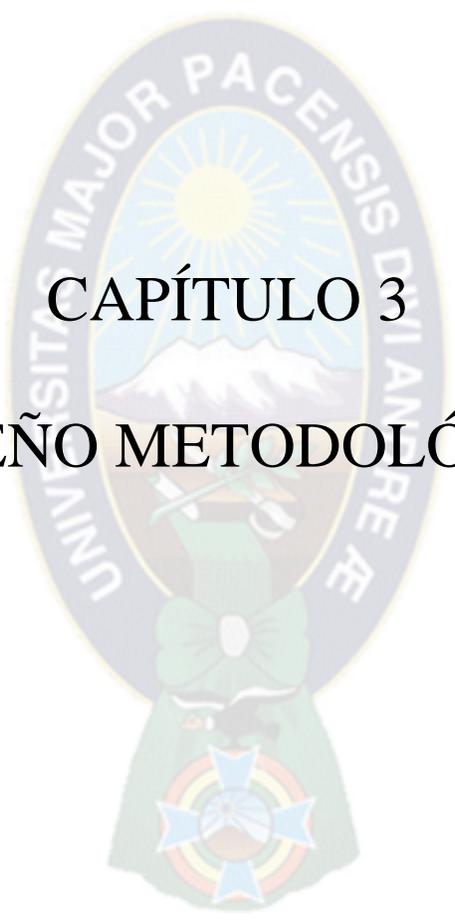
2.4.2 GENERALIDAD DEL INDICADOR FENOLFTALEÍNA

La fenolftaleína se usa, principalmente, como indicador ácido-base para determinar el punto de equivalencia en una valoración. Si en el punto final de la valoración se ha añadido base en exceso, se observa que el color rosa de la fenolftaleína desaparece al transcurrir cierto tiempo. Esta lenta decoloración de la fenolftaleína no es debida a la valoración, y la disolución se desecha sin pensar el motivo. No obstante, esta decoloración de la fenolftaleína en un medio básico es interesante y puede servir como base para una experiencia demostrativa de una cinética de pseudoprimer orden. ⁽⁶⁾

Figura N° 3 indicador fenolftaleína

Fenolftaleína		Incoloro	8.3-10.0	Violeta
Especie	In	H ₂ In	In ²⁻	In(OH) ³⁻
Estructura				
Modelo				
pH	< 0	0-8.2	8.2-12.0	>12.0
Condiciones	Muy acido	Poco acido-casi neutro	basico	Muy basico
Color	Naranja	Incoloro	Rosa-violeta	Incoloro
Imagen				

Fuente: 12.IndicadoresdepH _9152_pdf



UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DAMIAN ARELLANO

CAPÍTULO 3

DISEÑO METODOLÓGICO

CAPÍTULO 3

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 FERTILIZANTE QUÍMICO

Para este procedimiento del método volumétrico acido-base se utilizó:

Fertilizante químico: NITROFOSKA FOLIAR ARRANQUE (el aspecto es de polvo fino de color azul bajo con alto contenido de porcentaje de nitratos y fosfatos)

SEGÚN LA NORMA BOLIVIANA PARA FERTILIZANTES QUÍMICOS NB/ISO 7410-2009⁽¹⁵⁾

Para fertilizantes químicos:

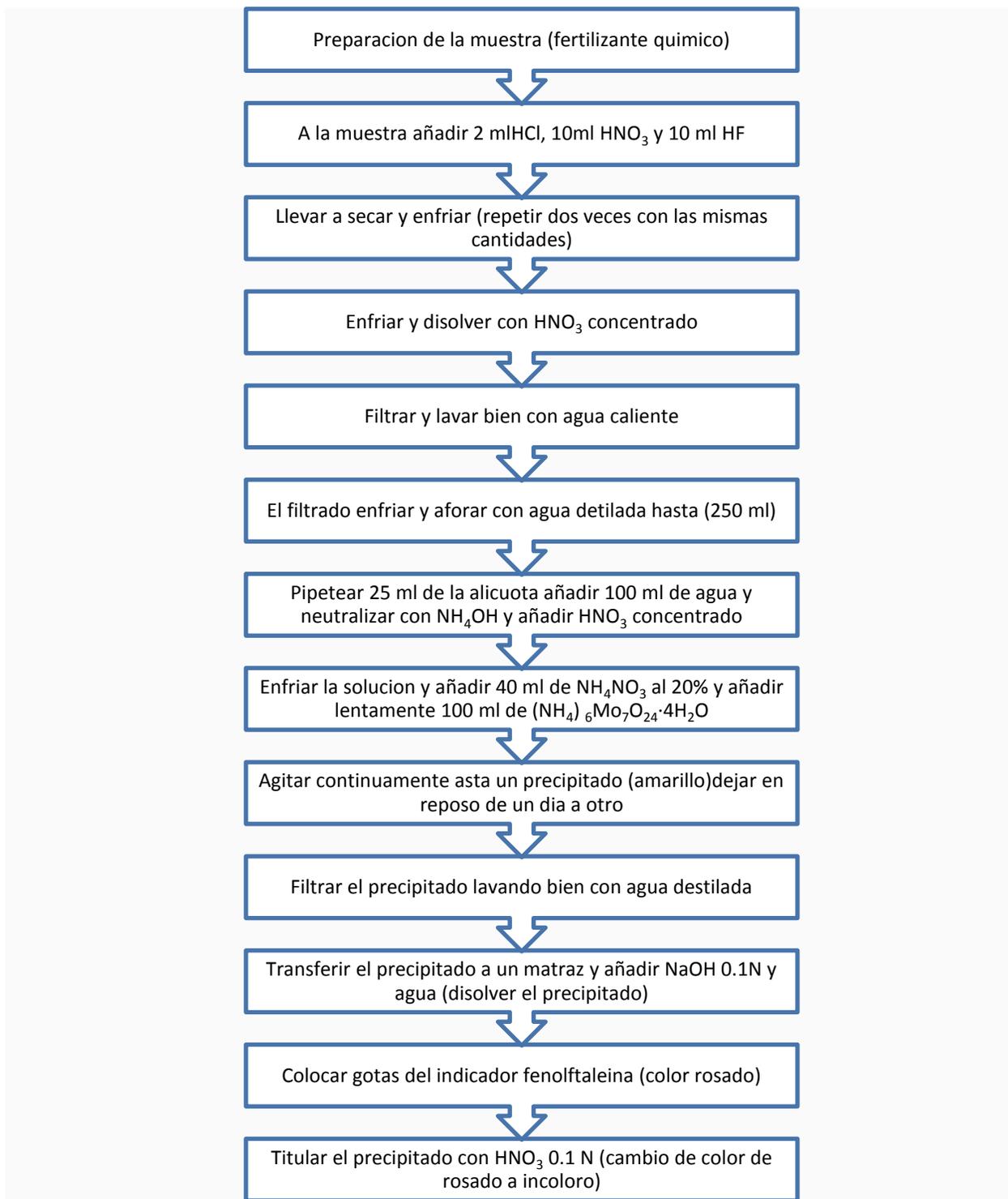
Protocolo Oficial de Análisis:

- % Nitrógeno total (N).
- % Fósforo asimilable (P_2O_5).
- % Potasio soluble en agua (K_2O).
- % Elementos secundarios y micronutrientes, expresados como elementos (si fuera necesario)

En nuestro caso el fertilizante químico es NITROFOSKA FOLIAR ARRANQUE que está registrado en senasag (0.039) 15/08/2008 con las anteriores características citadas.

3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Para la muestra 1: fertilizante NITROFOSKA FOLIAR ARRANQUE



Fuente: elaboración propia

3.3 FERTILIZANTE LÍQUIDO ORGÁNICO

Para este procedimiento por el método volumétrico acido-base se utilizó:

Fertilizante líquido orgánico: TURVIMIC (marca) está en forma líquida mediante una biofermentación de color café oscuro

SEGÚN LA NORMA BOLIVIANA PARA FERTILIZANTES QUÍMICOS NB/ISO 10249-2009⁽¹⁵⁾

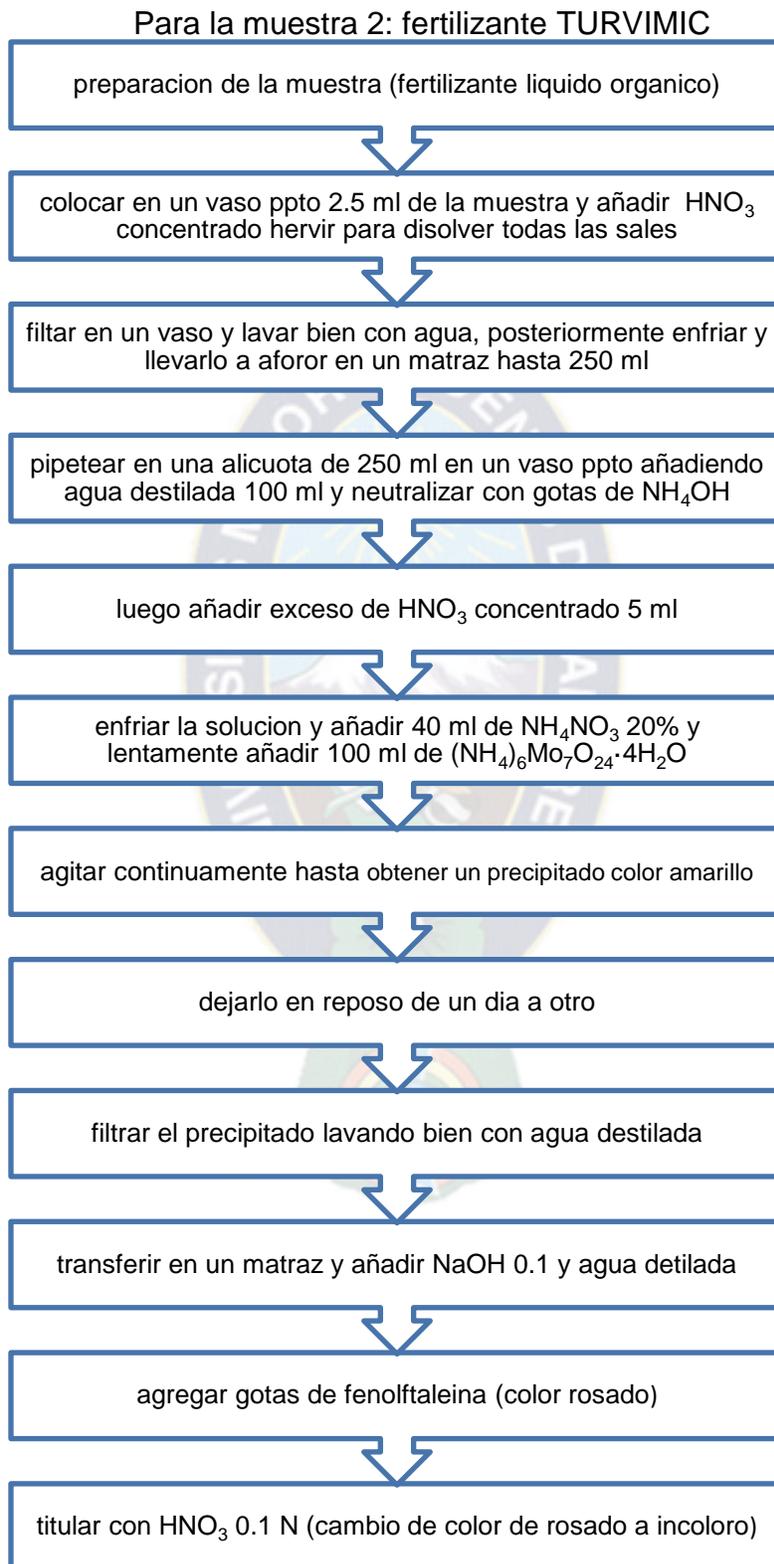
Para fertilizantes líquidos orgánicos:

PRODUCTOS ORGANICOS:

- % Nitrógeno total (N)
- % Fósforo asimilable (P_2O_5)
- % Potasio soluble en agua (K_2O)
- % Materia orgánica sobre la muestra tal cual
- % Cenizas orgánica sobre la muestra tal cual
- % Humedad orgánica sobre la muestra tal cual
- pH.
- Relación Carbono/Nitrógeno
- % de ácido húmicos (% húmico más fúlvicos), cuando corresponda.

Lo cual cumple los requisitos el fertilizante líquido orgánico mineralizado que en nuestro caso en la marca TURMIVIC

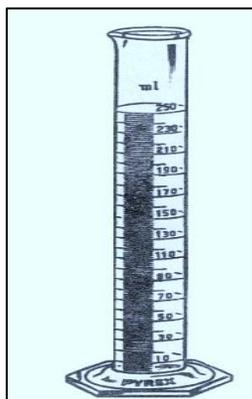
3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



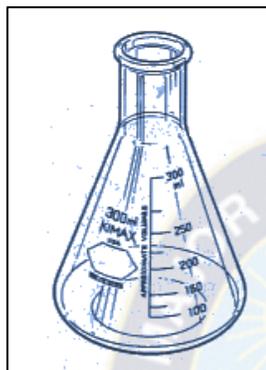
Fuente: elaboración propia

3.5 MATERIAL VOLUMÉTRICO GRADUADO

Figuras N° 4 Materiales volumétricos



Probeta



Matraz Erlenmeyer



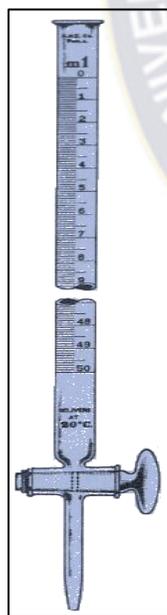
Vaso de precipitados



Pipeta graduada



Matraz aforado



Bureta



Pipeta volumétrica



Equipo de Titulación

Fuente: QUÍMICA ANALÍTICA PARA INGENIEROS QUIMICOS

CAPÍTULO 4
PARTE EXPERIMENTAL



CAPÍTULO 4

PARTE EXPERIMENTAL

Para la parte experimental de la determinación de fósforo total se utilizó dos muestras que son fertilizantes orgánico e inorgánico.

4.1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Preparación de la muestra: NITROFOSKA FOLIAR ARRANQUE

Figura N°5 Muestra diluida



Fuente: elaboración propia

4.1.1 PROCEDIMIENTO

- 1.- Pesar en la balanza analítica 1 gr de la muestra fertilizante (NITROFOSKA FOLIAR ARRANQUE) en un vaso PTFE.
- 2.- Añadir al vaso la muestra (fertilizante) con 2 ml HCl, 10ml HNO₃, 10 ml de HF, llevarlo a una hornilla y volatilizar todas las impurezas hasta secar, posteriormente enfriar y repetir con las mismas cantidades 2 veces.
- 3.- Enfriar y añadir 50 ml de HNO₃ concentrado (1:1) y hervir (esto es para disolver todas las sales) posteriormente llevarlo a enfriar y filtrar en un vaso precipitado de 250

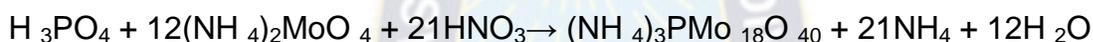
ml lavando bien con agua caliente, enfriarlo y aforar en un matraz aforado de 250 ml con agua destilada y homogenizar.

4.- Luego pipetear de la solución 25 ml y llevarlo a un vaso precipitado de 250 ml, añadir 100 ml de agua destilada y regular su pH neutralizando con gotas de hidróxido de amonio.

5.- Añadir gotas de ácido nítrico concentrado hasta obtener una solución altamente acida con 5 ml de HNO₃. A la misma solución añadir 40 ml de nitrato de amonio al 20 % agitando continuamente y lentamente añadir 100 ml de molibdato de amonio (diluido en agua caliente) agitando continuamente (durante 20 minutos) hasta obtener un precipitado color amarillo.

6.- Dejar el precipitado de un día para otro.

a) En la precipitación ocurre esta reacción:



4.1.2 DETERMINACIÓN DE FÓSFORO COMO P₂O₅

Simbología: P como P₂O₅

Muestra utilizada: fertilizante marca NITROFOSKA FOLIAR ARRANQUE

FUNDAMENTO

El fosfato es precipitado de manera convencional con molibdato de amonio como fosfomolibdatos de amonio.

PROCEDIMIENTO

Figura N°6 Precipitado



Fuente elaboración propia

1.- Una vez que en precipitado se dejó en reposo por el tiempo de un día a otro, notamos que tiene un precipitado de color amarillo pálido.

2.- Posteriormente se filtra el precipitado, lavando bien con agua destilada.

3.- El precipitado se lo traslada a un matraz Erlenmeyer de 250ml, triturar bien el papel. Disolver el precipitado con NaOH 0.1 N y añadir agua destilada 50 ml y disolver.

b) En la disolución del fosfomolibdato de amonio:



4.- Añadir gotas de fenolftaleína lo la cual la solución se torna color rosado.

5.- Titular el precipitado disuelto con HNO_3 0.1 N hasta obtener el cambio de viraje de rosado a incoloro.

PARA AMBAS MUESTRAS SE UTILIZÓ LOS SIGUIENTES MATERIALES
VOLUMÉTRICOS Y REACTIVOS

MATERIAL

- 2 vasos precipitados de 500 ml
- 3 vasos precipitados de 250 ml
- 4 vasos precipitados de 100 ml
- 4 matraz aforado de 250 ml
- 3 matraz aforado de 100 ml
- 3 matraz Erlenmeyer de 250 ml
- 1 bureta de 50 ml
- 2 pipetas graduadas de 10 ml
- 1pipeta graduada de 5 ml
- 1 probeta de 100 ml
- 1 hornilla
- Cepillo, piceta, varilla.
- Papel filtro

REACTIVOS

- Ácido nítrico (HNO_3)
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Ácido fluorhídrico (HF)
- Hidróxido de amonio
- Nitrato de amonio
- Molibdato de amonio
- Fenolftaleína

4.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Preparación de la muestra: TURVIMIC

Figura N°7 Muestra diluida



Fuente elaboración propia

4.2.1 PROCEDIMIENTO

1.- Medir de la muestra del fertilizante líquido orgánico (TURVIMIC) 2.5 ml y colocar en un vaso precipitado.

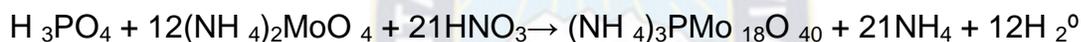
2.- Añadir 50 ml de HNO₃ concentrado (1:1) y hervir para disolver las sales. Enfriar y filtrar en vaso precipitado de 500 ml lavando bien con agua caliente. Enfriar y llevar a un matraz aforado de 250 ml con agua destilada.

3.- Pipetear una alícuota de 25 ml en un vaso de 500 ml añadir 100 ml de agua destilada y neutralizar la solución con gotas de hidróxido de amonio, luego obtener una solución acida con 5 ml HNO₃ concentrado en exceso.

4.- Enfriar la solución y añadir 40 ml de nitrato de amonio al 20% agitando continuamente, enseguida añadir molibdato de amonio (diluido en agua caliente) lentamente 100 ml agitando continuamente (20 minutos) hasta obtener un precipitado amarillo. En el caso de este fertilizante a los 10 ml se vio el cambio inmediatamente a un color amarillo intenso.

5.- Dejar el precipitado un día.

a) En la precipitación ocurre esta reacción:



4.2.2 DETERMINACIÓN DE FOSFORO COMO P₂O₅

Simbología: P como P₂O₅

Muestra utilizada: fertilizante marca TURVIMIC

FUNDAMENTO

El fósforo puede ser titulado por medio de un ácido fuerte con un indicador fenolftaleína que da un color rosado antes de titular y cambia de viraje a un color incoloro (transparente).

PROCEDIMIENTO

Figura N° 8 Precipitado de color amarillo



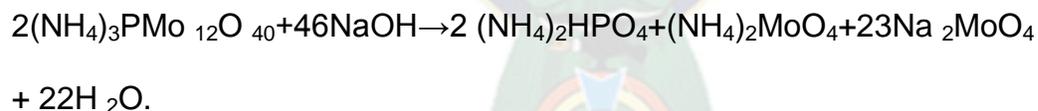
Fuente: elaboración propia

1.- Una vez que en precipitado se dejó en reposo por el tiempo de un día, se aprecia un precipitado de color amarillo intenso. En la parte superior, como también en la parte inferior (color amarillo intenso-anaranjado)

2.- Posteriormente se filtra el precipitado (color amarillo), lavando bien con agua destilada.

3.- El precipitado se lo traslada a un matraz Erlenmeyer de 250ml, triturar o picado bien el papel. Disolver el precipitado con NaOH 0.1 N y añadir agua destilada 50 ml y disolver.

b) En la disolución del fosfomolibdato de amonio:



4.- Añadir gotas de fenolftaleína.

5.- Titular el precipitado disuelto con HNO_3 0.1 N y se aprecia el cambio de color de rosado a incoloro (transparente).

CAPÍTULO 5

RESULTADO



CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Son los datos obtenidos en laboratorio:

DATOS DE LOS FERTILIZANTES

Cuadro N° 6 Tabla de comparación

Fertilizante Nitrofoska Foliar Arranque		Fertilizante Turvimic	
V ₁	19.7 ml	V ₁	13.7 ml
V ₂	20 ml	V ₂	12.5 ml
V ₃	23.5 ml	V ₃	13.4 ml
\tilde{V}_p	21.07 ml	\tilde{V}_p	13.2 ml

Fuente: Elaboración propia

5.1 RESULTADOS DEL FERTILIZANTE QUÍMICO

FERTILIZANTE QUÍMICO: NITRIFOSKA FOLIAR ARRANQUE

Calculo de las ecuaciones estadísticas

\bar{d} = desviación media

\hat{S} = desviación estándar

X₁ = volumen inicial

X prom = volumen promedio

n = número de datos

Xv = valor verdadero

T = es la t de student con un valor de confiabilidad del 99 % (el valor en tablas).

CÁLCULOS DE DEVIACIÓN MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\bar{d} = \frac{\Sigma (X_1 - X_{prom})}{n} = \frac{(19.7 - 21.07) + (20 - 21.07) + (23.5 - 21.07)}{3}$$

$$\bar{d} = 1.9$$

$$\hat{S}_{abs} = \sqrt{\frac{\Sigma (X_1 - X_{pro})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(19.7 - 21.07)^2 + (20 - 21.07)^2 + (23.5 - 21.07)^2}{3-1}}$$

$$\hat{S}_{abs} = 0.45$$

Donde el valor verdadero $22.38 \geq X_v \geq 19.79$

CÁLCULO DEL VALOR VERDADERO CON UN PROBABILIDAD DEL 99 %

Valor de t de student al 99% en tablas es $t = 4.30$

$$X_v = \bar{X} \pm t \frac{\hat{S}_{abs}}{\sqrt{n}}$$

$$X_v = 21.07 \pm 4.93 \frac{0.45}{\sqrt{3}} = 21.07 \pm 1.28$$

$$X_v = 21.07 \pm 1.28$$

Resultado del precipitado por el tiempo de un día a otro
DETERMINACIÓN DE FOSFORO COMO P_2O_5

N_{NaOH} = normalidad del NaOH = 0.1 N

N_{HNO_3} = normalidad del HNO_3 = 0.1 N

V_{NaOH} = volumen de NaOH agregado al inicio de la titulación = 50 ml

Peso de la muestra en alícuota = 100 ml

f = fenolftaleína (3 gotas)

Volumen promedio gasta de HNO_3 en la valoración = 21.07 ml

$$\% P = \frac{[(V_{NaOH} 0.1N \times f) - (V_{HNO_3} 0.1N \times f)]}{\text{peso de la muestra (en alícuota)}} \times 100$$

$$\% P = \frac{(50 \text{ ml} \times 0.3) - (21.07 \text{ ml} \times 0.3)}{100 \text{ ml}} \times 100$$

$$\% P = 8.68 = 9 \%$$

5.2 RESULTADOS DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO

FERTILIZANTE LÍQUIDO ORGÁNICO: TURVIMIC

Calculo de las ecuaciones estadísticas

\bar{d} = desviación media

\hat{S} = desviación estándar

X_1 = volumen inicial

X prom = volumen promedio

n = número de datos

X_v = valor verdadero

T = es la t de student con un valor de confiabilidad del 99 % (el valor en tablas).

CÁLCULOS DE DEVIACIÓN MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\bar{d} = \frac{\Sigma (X_1 - X \text{ pro})}{n} = \frac{(13.7 - 13.2) + (12.5 - 13.2) + (13.4 - 13.2)}{3}$$

$$\bar{d} = 1.4$$

$$\hat{S}_{\text{abs}} = \sqrt{\frac{\Sigma (X_1 - X \text{ pro})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(13.7 - 13.2)^2 + (12.5 - 13.2)^2 + (13.4 - 13.2)^2}{3-1}}$$

$$\hat{S}_{\text{abs}} = 0.082$$

Donde el valor verdadero $13.282 \geq X_v \geq 13.198$

CÁLCULO DEL VALOR VERDADERO CON UN PROBABILIDAD DEL 99 %

Valor de t de student al 99% en tablas es de $t = 4.30$

$$X_v = \bar{X} \pm t \frac{\hat{s}_{abs}}{\sqrt{n}}$$

$$X_v = 13.2 \pm 4.93 \frac{0.082}{\sqrt{3}} = 13.2 \pm 0.23$$

$$X_v = 21.07 \pm 0.23$$

Resultado del precipitado por el tiempo de un día a otro

DETERMINACIÓN DE FOSFORO COMO P_2O_5

N_{NaOH} = normalidad del NaOH = 0.1 N

N_{HNO_3} = normalidad del HNO_3 = 0.1 N

V_{NaOH} = volumen de NaOH agregado al inicio de la titulación = 50 ml

Peso de la muestra en alícuota = 100 ml

f = fenolftaleína (3 gotas)

Volumen promedio gasta de HNO_3 en la valoración = 13.7 ml

$$\% P = \frac{[(V_{NaOH} 0.1N \times f) - (V_{HNO_3} 0.1 N \times f)]}{\text{peso de la muestra (en alícuota)}} \times 100$$

$$\% P = \frac{(50 \text{ ml} \times 0.3) - (13.2 \text{ ml} \times 0.3)}{100 \text{ ml}} \times 100$$

$$\% P = 11.04 = 11\%$$

Cuadro N° 7 Tabla de comparación teórico y práctico

Fertilizante	Teórico fosforo	Practico de fosforo
Fertilizante químico nitrofoska foliar arranque	20%	9 %
Fertilizante liquido orgánico turvimic	15%	11 %

Fuente: Elaboración propia

5.2 PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES

- **Para el fertilizante liquido TURVIMIC**

20.000 ml → 100 ml de fertilizante

500 ml → X ml

$$X = \frac{500 \text{ ml} \times 100 \text{ ml}}{20.000 \text{ ml}} = 2.5 \text{ ml de fertilizante TURVIMIC}$$

- **Nitrato de amonio al 20%**

PM $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 80.04 \text{ gr/mol}$

$$100 \text{ ml} \times \frac{0.2 \text{ mol}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{80.04 \text{ gr}}{1 \text{ mol}} = 1.6 \text{ gr } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

- **Molibdato de amonio**

Para la solución de molibdato de amonio se pesa 12.5 gr de

$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en un vaso precipitado diluir con agua caliente y pasar a un matraz aforado con 100 ml de agua destilada.

El método se basa en disolver por ataque ácido los ortofosfatos existentes en la el fertilizante, los cuales posteriormente se precipitan como fosfomolibdato de amonio y se cuantifican volumétricamente.

- **Hidróxido de sodio 0.1 N**

Pesar la muestra calculada, diluir con agua destilada y llevar a aforar en u matraz aforado de 100 ml.

$$100 \text{ ml} \times \frac{0.1 \text{ Eq-gr}}{1000 \text{ ML}} \times \frac{40 \text{ gr}}{1 \text{ Eq-gr}} = 0.4 \text{ gr NaOH}$$

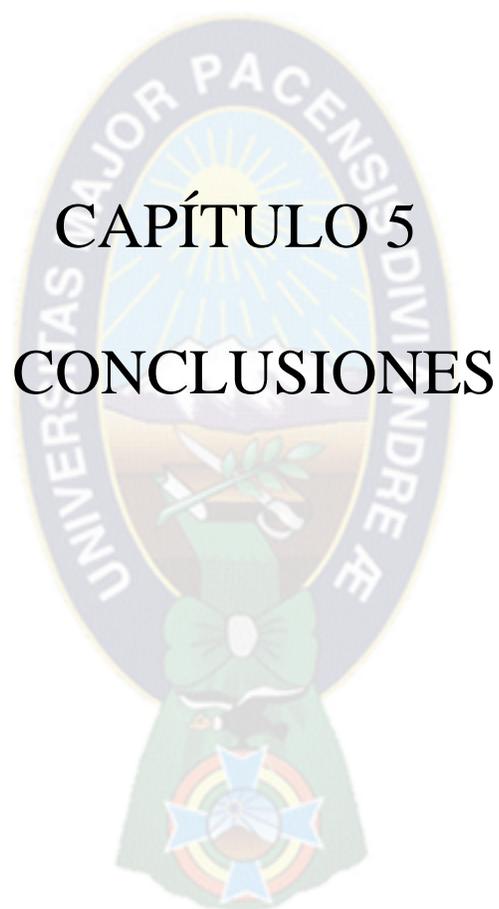
- **Ácido nítrico 0.1 N**

PM $\text{HNO}_3 = 63.1 \text{ gr/Eq-gr}$

Densidad $\text{HNO}_3 = 1.40 \text{ gr/ml}$

Medir la solución concentrada diluir con agua destilada y llevar a aforar en un matraz aforado para 250 ml con agua.

$$250 \text{ ml} \times \frac{0.1 \text{ Eq-gr}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{63.1 \text{ gr}}{1 \text{ Eq-gr}} \times \frac{1 \text{ ml}}{1.40 \text{ gr}} = 1.12 \text{ ml HNO}_3$$



CAPITULO 6

CONCLUSIONES

- El análisis por el método volumétrico por titulación neutralizada o ácido-base es de gran importancia ya que se puede cuantificar minerales utilizando reactivos sin la necesidad de utilizar aparatos sofisticados.
- Se logró obtener el porcentaje de fósforo presente en cada muestra como fosfatos presentes tanto en fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Obteniendo los siguientes resultados y comparando con el porcentaje en sus envolturas.

Fertilizante	Teórico fósforo	Práctico de fósforo
Fertilizante químico Nitrofoska Foliar Arranque	20%	9 %
Fertilizante líquido orgánico Turvimic	15%	11 %

Se pudo comprobar que están los productos cerca del rango que está en las envolturas de cada fertilizante, se pudo comprobar que no hay un control de estos productos ya que en La Paz-Bolivia no existe un buen consumo aparentemente pero la realidad es que la población está consumiendo lentamente para su siembra y cosecha de sus productos.

- Adecuamos la metodología de titulación de neutralización determinando su punto de equivalencia mediante el indicador que en nuestro caso es la fenolftaleína.
- Se puede concluir que no existe un control de calidad de estos productos que en este caso son los fertilizantes químicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/calidadweb/cal1>
Caldas, Francisco José. 2003 "Método Volumétrico" (en línea) consultado el 30 de Junio de 2004.

2.-<https://www.importancia.org/fosforo.php>

3.- <http://benso.byu.edu/Members/nyoung/lessons/Spanish/1.5/view-56k>

Productos Fertilizantes descripción y uso (en línea) consultado el 17 de Julio de 2004

4.-FERTIBERIA, 2000. Curso de fertilizantes; disponible en:

(http://www.fertiberia.com/servicios_online/cursos/fertilisante/b2/s1.html?sl)

5.-<http://www2.monografias.com/perl/showflat.pl?Cat=&Board=bioquimica&Number=9690&page=18&view=collapsed&sb=5> Monografías. 2003. Volumétrica

por complejometría (en línea) consultado el 19 de Agosto de 2004.

6.Fenolftaleína 0,1%;http://www.google.com.co/search?hl=es&q=ficha+de+seguridad+fenoftale%C3%ADna&meta=&aq=f&aql=g1&aql=&oq=&gs_rfai=.

7.-Fertilizantes Orgánicos T & C. 2005. Composición química de estiércoles

<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/cultivosintensivos/organicos-tyc/default.htm>

8.- <http://benso.byu.edu/Members/nyoung/lessons/Spanish/1.5/view-56k>

Productos Fertilizantes: descripción y uso (en línea) consultado el 17 Julio de 2004

9.- TURBA - BOL - Inicio | Facebook <https://es-la.facebook.com> › Lugares › Cochabamba

Química Analítica - Capitulo 4 - Tecnicas Volumetricas.pdf

<files.selvafarma.webnode.es/.../Quimica%20Analitica%20-%20Capitulo%204%20->

10.QUÍMICA ANALÍTICA -CAPÍTULO 4. INTRODUCCIÓN ... Los métodos volumétricos se clasifican de acuerdo con el tipo de reacción que ocurre en la titulación:

11.Practica de Aniones - Facultad de Ciencias-UCV - Universidad ...

www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/martinezma/archivos/Aniones.pdf

12.- Leer más: <http://www.monografias.com/trabajos91/metodos-laboratorio-extraccion-fosforo-disponible-suelo/metodos-laboratorio-extraccion-fosforo-disponible-suelo.shtml3ixzz4pk2bHH3u>

13.- ANALISIS VOLUMETRCIO

blog.utp.edu.co/docenciaedwin/files/2011/08/ANALISIS-VOLUMETRICO.pdf

14.-: <http://www.monografias.com/trabajos81/metodos-volumetricos/metodos-volumetricos.shtml#ixzz4r5B64MnX>

15.- Catálogo de normas Bolivianas 2016

16.- FICHA TÉCNICA FERTILIZANTE UNIVERSAL

www.totnatura.ad/image/data/10719%20Fer%20Liq%20UNIVERSAL.pdf

17.- www.gatfertilizados.com



ANEXOS

ANEXOS 1

FICHA TÉCNICA FERTILIZANTE UNIVERSAL

INTRODUCCIÓN ⁽¹⁶⁾

Fertilizante UNIVERSAL por su equilibrio en macronutrientes NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) y su contenido en micronutrientes (hierro, zinc, manganeso...) mejora la composición nutritiva del sustrato o suelo donde se desarrollan las plantas y potencia su metabolismo gracias al complejo vitamínico que incorpora, estimulando los procesos de la fotosíntesis.

Fertilizante UNIVERSAL es un abono líquido para la nutrición de las plantas que puede emplearse como abono radicular en su aplicación al suelo o sustrato, junto con el agua de riego, para ser absorbido por las raíces de la planta o como abono foliar para ser aplicado en pulverización foliar, para su aprovechamiento a través de las hojas.

COMPOSICIÓN

ABONO CE – Solución de Abono NPK 7-5-6 con micronutrientes

- 7% Nitrógeno (N) Total; 2.4% nítrico, 1.4% amoniacal, 3.2% ureico
- 5% Pentóxido de Fósforo (P₂O₅) soluble en agua
- 6% Oxido de Potasio (K₂O) soluble en agua
- Micronutrientes: 0.06% Hierro (Fe), 0.02% Manganeso (Mn), 0.02 Zinc (Zn), 0.009%
- Cobre (Cu) solubles en agua, quelatados EDTA. 0.01% Boro (B) soluble en agua.

Líquido soluble (LS)

Se presenta en:

- Botella de 300, 500, 1000 y 1300 ml con tapón dosificador.

PRINCIPALES APLICACIONES

Fertilizante UNIVERSAL es un abono que puede ser empleado como nutriente base para una gran diversidad de plantas, desde las apreciadas por sus hojas (plantas verdes) hasta aquellas apreciadas por sus flores (anuales o vivaces).

Puede aplicarse tanto en plantas que se desarrollan en macetas y jardineras (plantas de interior o plantas de exterior en balcones, terrazas, patios...) como en las que crecen en el jardín.

MODO DE EMPLEO - DOSIFICACION

Aplicar como abono por vía radicular: disolver 1 tapón en 3-4 litros de agua y regar con esta solución.

La aplicación por vía foliar es también posible: se recomienda cuando sea necesario la recuperación rápida de una planta que ha sufrido algún tipo de estrés (sequía, heladas, ataques de insectos...). En este caso, disolver ½ tapón en 3-4 litros de agua y pulverizar sobre la planta (se recomienda no mojar las flores).

Aplicar en primavera-verano una vez a la semana, intensificando el abonado durante los períodos de floración. En otoño-invierno aplicar una vez al mes.

AGITAR ANTES DE USAR

- Abonar siempre con el sustrato húmedo. Regar siempre por encima de la maceta cuando se aporte fertilizante, procurando que no llegue a escurrir agua por debajo de la maceta. No abonar a pleno sol.
- No almacenar a temperaturas inferiores a 5° C
- Mantener lejos del alcance de los niños – Mantener lejos de alimentos, bebidas y piensos

FICHA TÉCNICA Y SEGURIDAD DE TIPOS DE FERTILIZANTES

ABONO NITROGENADO MIXTO ⁽¹⁷⁾

I.- IDENTIFICACIÓN DEL PREPARADO Y DE LA EMPRESA

1.- Identificación del preparado:

Nombre químico: FERTILIZANTES LÍQUIDOS NITROGENADOS (claros).

Designación o nombre comercial: Abonos líquidos Nitrogenados claros.

Sinónimos comúnmente utilizados: Soluciones nutritivas para la agricultura

Número registró CAS: Puesto que no se trata de una sustancia química, sino de un producto preparado a partir de diversas sustancias esta información no es relevante.

2.- Uso del preparado:

Los Abonos Nitrogenados Mixtos se usan para fertirrigación en goteo y microaspersión, en todos los cultivos, en suelo y en sustratos; y para aplicación directa al suelo, pulverizados o inyectados.

3.- Identificación de la empresa:

Empresa: GAT FERTILÍQUIDOS S.A.,

II.- COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

1.- Composición: Naturaleza de los componentes y concentración: Mezclas de sustancias conteniendo (indistintamente) nitrógeno ureico, nitrógeno amoniacal, y nitrógeno nítrico, según las formulaciones solicitadas.

Las materias primas más comunes empleadas son: Urea y nitrato amónico.

La gama y concentraciones de estos productos son bastante extensas, ya que se fabrican "a medida", y puede variar de una campaña a otra dependiendo de los cultivos, aguas de riego, y suelos que los demandan. Las concentraciones dependerán de la solubilidad de los componentes que contengan.

2.- Clasificación: No clasificado como materia peligrosa de acuerdo con el Real Decreto 255/2003 del 28 de febrero.

III.- IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

1- Sobre el hombre: Dado el bajo pH del producto debe manejarse con precaución, atendiendo a las recomendaciones de la presente ficha:

- Contacto con la piel: El contacto prolongado puede causar quemaduras.
- Contacto con los ojos: Las salpicaduras a los ojos pueden causar fuertes irritaciones y lesiones graves.
- Ingestión: Puede provocar desórdenes en el tracto gastrointestinal, así como quemaduras en la zona de ingestión y aparato digestivo.
- Inhalación: Estos productos se manipulan en frío (temperatura ambiente) por lo que es improbable el desprendimiento de gases.
- Efectos a largo plazo: No se conocen efectos adversos.
- Descomposición por fuego y calor: La inhalación de los gases procedentes de su descomposición puede provocar irritación y efectos corrosivos sobre el sistema respiratorio.
- Algunos de los efectos sobre los pulmones pueden manifestarse con retardo.

2.- Sobre el medio ambiente: Los grandes derrames pueden causar efectos adversos como la eutrofización (desarrollo indeseado de la flora) en las aguas superficiales confinadas. En altas concentraciones puede ser nocivo para la vida acuática.

3.- Fuego y calentamiento: Estos fertilizantes no son combustibles. Cuando está incluido en un fuego o cuando se calienta fuertemente el fertilizante puede descomponerse, desprendiendo vapor de agua, humos tóxicos conteniendo óxidos de nitrógeno y amoníaco.

IV.- PRIMEROS AUXILIOS

1.- Producto: Contacto con la piel: Elimine la ropa contaminada. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón.

- Contacto con los ojos: Lavar o irrigar los ojos con grandes cantidades de agua durante al menos 15 minutos. Obtener atención médica si persiste la irritación de los ojos.
- Ingestión: No provocar el vómito. Dar de beber agua o leche.
- Obtener atención médica si se ha tragado algo más que pequeñas cantidades.
- Inhalación: A temperatura ambiente no se producen gases peligrosos.

2.- Fuego y descomposición térmica: Inhalación: Retirar al afectado del foco de exposición de humos. Mantenerlo caliente y en reposo aunque no presente síntomas evidentes. A las personas que han inhalado gases de descomposición se les facilitará atención médica inmediatamente.

V.- MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Estos fertilizantes líquidos no son comburentes ni combustibles, ahora bien, en el caso de que se produjera un incendio donde pudieran estar involucrados depósitos conteniendo estos productos se adoptarán las siguientes medidas:

Llamar a los bomberos. Utilizar agua en abundancia. No usar extintores químicos o espuma o intentar combatir el fuego con vapor o arena. Evitar respirar los humos (tóxicos). Equiparse con máscaras de respiración o equipos autónomos cuando se luche contra un fuego o cuando se hayan producido humos. Abrir puertas y ventanas en los almacenes para conseguir la máxima ventilación. No permitir que el fertilizante alcance los drenajes. Si el agua de contención del fertilizante entra en un drenaje o curso de agua, informar inmediatamente a las autoridades locales.

VI.- MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Para evitar que el producto se disperse en caso de derrame se recomienda cavar alrededor del depósito una fosa.

Tener cuidado especial para evitar la contaminación de los cursos de agua y drenajes e informar a las autoridades apropiadas en el caso de producirse la contaminación accidental de los cursos de agua.

VII.- MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

1.- Manipulación: Estos fertilizantes son productos básicamente inofensivos cuando se manejan correctamente. Deben evitarse las mezclas con cualquier otro producto. Para su manipulación deben utilizarse guantes y protección de los ojos y de la piel.

Evitar en lo posible las salpicaduras.

2.- Almacenamiento: Los Abonos Nitrogenados Mixtos pueden almacenarse según su volumen en recipientes de acero inoxidable, polietileno, PVC, polipropileno, butilo o poliéster reforzado con fibra de vidrio, en este último caso deberán emplearse resinas adecuadas que resistan la acción de productos ácidos.

Manténgase fuera del alcance de los niños.

VIII.- CONTROLES DE LA EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

1.- Valores límite de la exposición: Límites de exposición recomendados: No hay límites oficiales especificados.

2.- Controles de la exposición profesional:

- Protección personal:
- Protección respiratoria: No es necesaria en condiciones normales de uso.
- Protección cutánea. Manos: Usar guantes de goma cuando se maneje el producto.

- Protección de los ojos: Usar gafas de seguridad químicas o pantallas faciales.
- Protección de los pies: Usar botas de goma en el caso de derrames que formen charcos.
- Protección de la piel: Usar ropa que cubra todo el cuerpo por posibles salpicaduras.

IX.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Información general:

- Aspecto: Líquido.
- Color: verdoso claro o transparente.
- Olor: Inodoro
- pH : Variable según el producto de 3-6
- Densidad a 20 °C: entre 1.15 y 1.33 Kg./litro.
- Temperatura de cristalización: entre 0°C y 8°C.

X.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

1.- Estabilidad: Este producto es muy estable bajo condiciones normales de almacenamiento, manipulación y uso.

2.- Condiciones que deben evitarse: Contaminación por materiales incompatibles. Proximidad a focos de calor o fuego. Trabajos de soldadura o térmicos en los equipos o plantas que puedan estar contaminadas con el producto sin que primero se hayan lavado vigorosamente para eliminar todos los restos de fertilizantes.

3.- Materiales que deben evitarse: Materiales combustibles, agentes reductores, ácidos, álcalis, carbonato sódico, cloratos y algunos metales tales como el cobre, hierro, plomo, zinc y sus aleaciones.

4.-Productos de descomposición peligrosos: Ninguno en condiciones normales de almacenamiento y uso.

XI.- INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

1.- Datos toxicológicos: No se dispone de estos datos.

XII.- INFORMACIÓN ECOLÓGICA

1.- General: Usar de acuerdo con la información del fabricante y no excederse de las cantidades de aplicación máximas recomendadas.

2.-Ecotoxicidad: Baja toxicidad para la vida acuática.

3.-Movilidad: El ión NO_3^- es muy móvil, y el ión NH_4^+ es adsorbido por el suelo.

4.-Persistencia y degradabilidad: El nitrógeno sigue el ciclo natural de nitrificación/des nitrificación para dar finalmente nitrógeno u óxidos de nitrógeno. Los fosfatos se convierten en fosfatos de calcio, de hierro, o aluminio, o bien se incorporan a la materia orgánica del suelo. El potasio se adsorbe principalmente por los minerales arcillosos o permanece como ión potasio en la solución del suelo.

5.-Bioacumulación: No presenta ningún fenómeno de bioacumulación.

XIII.- CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

1.- General: En caso necesario se debe llevar a depósitos de residuos autorizados. Se puede aplicar pulverizado sobre el suelo agrícola en bajas concentraciones o devolverlo para su reciclaje a la fábrica de abonos.

XIV.- INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

1.- Clasificación ONU: No clasificado. No considerado como material peligroso de acuerdo con los siguientes códigos de transporte internacional: RID (Ferrocarril), ADR (carretera), IMO (Marítimo).

Consejos de seguridad S:

S 1- Consérvese bajo llave.

S 2- Manténgase fuera del alcance de los niños.

S 13 - Manténgase lejos de alimentos, bebidas, y piensos.

XV.- INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

1.- Directivas CE: 97/63/CE: Directiva relativa a los fertilizantes.

2.- Leyes nacionales: Reglamento CE 2003/2003, etiquetado, comercialización y características de los abonos.

- RD. 374/2001 sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores.
- RD 824/2005, de 8 de julio sobre productos fertilizantes.
- Directiva 97/63/CE relativo a fertilizantes.
- RD 1769/2007 de 28 de diciembre, por el que se modifica el RD 824/2005, de 8 de julio. Orden APA/863/2008 de 25 de marzo por el que se modifican los anexos I, II, III, y IV del RD 824/2005, de 8 de julio.

XVI.- OTRA INFORMACIÓN

1.- Referencias:

- Guía para la compilación de SAFETY DATA SHEETS para los materiales fertilizantes editada por EFMA - Edición 1996.

La información contenida en esta Ficha de Datos de Seguridad se da de buena fe y creyendo en su exactitud, en base al conocimiento que se dispone sobre el producto en el momento de su publicación. No implica la aceptación de ningún compromiso ni responsabilidad legal por parte de la Compañía por las consecuencias de su utilización o su mala utilización en cualesquiera circunstancias particulares.

ANEXO 2**PARA LA MUESTRA 1***Foto N° 1 Fertilizante químico*

Fuente: Elaboración propia

Foto N°2 Peso de la muestra

Fuente: Elaboración propia

Foto N°3 Calentado de la muestra

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 4 Muestra diluida

Fuente: Elaboración propia

Foto N°5 Filtración de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Foto N° 6 Muestra a titular



Fuente: Elaboración propia

Foto N°7 Titulación de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Foto N° 8 Cambio de color



Fuente: Elaboración propia

PARA LA MUESTRA 2

Foto N°9 Fertilizante orgánico

Fuente: Elaboración propia

Foto N°10 Calentamiento de la muestra

Fuente: Elaboración propia

Foto N°11 Filtración de la muestra

Fuente: Elaboración propia

Foto N°12 Muestra diluida

Fuente: Elaboración propia

Foto N°13 Precipitado



Fuente: Elaboración propia

Foto N°14 Filtrado de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Foto N°15 Color con el indicador (rosado)



Fuente: Elaboración propia

Foto N°16 Titulación



Fuente: Elaboración propia

Foto N°17 Titulación con cambio de color (incoloro)



Fuente: Elaboración propia

