



Consejo de Educación
Técnico Profesional
Universidad del Trabajo del Uruguay

Cuantificación de fósforo en distintas muestras de suelo.

Alumnas: Camila Rodríguez, Sofía Giménez, Camila Maguna.

Grupo: 3^oBG

Asignaturas: Química Bio-Orgánica, Química General, Introducción al Análisis Químico.

ÍNDICE

Resumen:.....	3
Introducción:.....	3
Marco teórico:.....	4
Fósforo:.....	4
Fósforo en suelo:	4
La deficiencia de fósforo:	4
El exceso de fósforo:.....	5
Otros efectos:	5
Colorimetría:	6
Ley de Beer-Lambert:	6
Espectrofotometría:.....	6
Materiales, sustancias y equipos:	7
Procedimiento	8
Solución extractora:	8
Reactivo mixto:	8
Curva de calibración:	8
Análisis de la muestra:	9
Resultados:	10
Diluciones	10
Observaciones:	12
Ecuaciones:	13
<i>Extracción</i>	13
<i>Desarrollo de color y determinación espectrofotometría:</i>	13
Discusión:.....	14
Conclusión:.....	14
Líneas de investigación:	14
Bibliografía:	14
Medidas de seguridad:.....	16
Muestreo.....	19

Resumen:

El presente informe corresponde a la cuantificación de fosfatos en dos muestras distintas de suelo, una trabajada con fertilizantes y otra sin trabajar, a través del método Bray y Kurtz. Éste método consiste en dos etapas, una de extracción y otra de determinación espectrofotométrica. Este proceso nos permitió comparar las cantidades de fosfatos en los dos tipos de suelos.

Se logró determinar la cantidad de fosfatos que contenía cada muestra. Se preparó una solución extractora de fluoruro de sodio y ácido clorhídrico con el fin de extraer los fosfatos contenidos en las muestras a analizar. Luego, se preparó un reactivo mixto, el cual contiene molibdato de amonio, ácido sulfúrico, ácido ascórbico y tartrato de antimonio y potasio para la determinación colorimétrica. Se concluyó que el suelo trabajado con fertilizantes que se analizó, está dentro de los parámetros estipulados por estudios realizados por Facultad de Agronomía de Uruguay. Con los resultados obtenidos se plantearán otras posibles líneas de investigación.

Introducción:

Éste es un trabajo de laboratorio, realizado por alumnos de tercero de bachillerato de Química básica e Industrial, de la Escuela Técnica de Pando. Éste trabajo se basó en la siguiente pregunta investigable: ¿Cómo varía la cantidad en ppm de fósforo en un suelo trabajado con fertilizante (Guano Urea) respecto a un suelo no trabajado? Para ello se utilizó el método de Bray y Kurtz, debido a que luego de la búsqueda bibliográfica observamos que es el más utilizado para llevar a cabo ésta práctica. Se utiliza una solución extractora, que contiene ácido clorhídrico y fluoruro de sodio. Anteriormente se realizó una calcinación de las muestras para eliminar la materia orgánica presente. Luego se preparó un reactivo mixto, de molibdato de amonio, ácido sulfúrico, ácido ascórbico y tartrato de antimonio y potasio para adquirirle color a la muestra, y realizar la cuantificación mediante colorimetría.

Objetivo:

- Cuantificar los fosfatos presentes en dos muestras distintas de suelo (trabajado con fertilizantes y no trabajado).

Marco teórico:

Fósforo:

El fósforo fue descubierto por Hennig Brandt, mediante una preparación a partir de una serie de experimentos con orina. El fósforo es un no metal perteneciente al grupo 15, es decir, al grupo del nitrógeno. Existe en al menos cuatro formas alotrópicas: blanca, amarilla, roja y negra. Comúnmente, el fósforo es blanco, sólido y de textura cerosa, mientras que en estado puro es transparente e incoloro. Se trata de un elemento que si bien es insoluble en agua, puede disolverse fácilmente en disulfuro de carbono y al hacer contacto con el aire se inflama instantáneamente.

Tamhane, R. et al (1978) expresan que el fósforo es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas. Es absorbido por éstas en forma de fosfatos mono y diácidos. A diferencia del nitrógeno y del azufre, que son otros elementos que se absorben en forma aniónica, el fósforo es un elemento poco móvil. Por su tendencia a reaccionar dando formas fosforadas no disponibles para las plantas es que debe ser considerado uno de los elementos más críticos.

Fósforo en 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 absorben el fósforo casi exclusivamente en la forma inorgánica, que está en la solución del suelo. De esta manera, el P inorgánico disuelto satisface la demanda de los cultivos por unas pocas horas durante el período de crecimiento, aún en suelos con un buen abastecimiento de este nutriente, puesto que la mayor parte del fósforo en el suelo existe en compuestos químicos estables, solo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento dado.

Los tipos de compuestos de fósforo que existen en el suelo son principalmente determinados por el pH del suelo, 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 a 7,0.

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

La deficiencia de fósforo:

El Fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de plantas, relacionado con muchos procesos metabólicos, ya que es fundamental en la transferencia de energía a través de esteres de fosfato y fosfatos ricos en energía. Los síntomas de la deficiencia del fósforo incluyen retrasos en el crecimiento de la planta, coloración púrpura oscura de las hojas viejas, retraso en el crecimiento de las raíces y el florecimiento. En la mayoría de las plantas estos síntomas aparecen cuando la concentración del fósforo en las hojas es inferior al 0,2 %. Otros efectos de la deficiencia de fósforo en la planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes,

frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.

El exceso de fósforo:

El exceso de fósforo interviene, en su mayor parte, con la adsorción de otros elementos, tales como el hierro el manganeso y el zinc. La fertilización excesiva con fósforo es común y muchos agricultores aplican innecesariamente altas cantidades de fertilizantes de fósforo, especialmente cuando se utilizan fertilizantes compuestos de NPK o cuando se acidifica el agua de riego con ácido fosfórico.

Cuando hay demasiado fósforo en el suelo los terrenos, los jardines y otras plantas se pueden quemar por la presencia de una alta concentración de este nutriente, volviéndose marrón y muriendo. Una alta presencia de fósforo puede hacer que otras plantas no queridas crezcan fuera de control, aumentando el problema de las malezas y animando al crecimiento de especies indeseadas que de otra manera se pueden mantener bajo control con una rutina de mantenimiento.

Otros efectos:

Cuando no se usa al fósforo de la manera correcta, se une a las moléculas del suelo. Cuando esto ocurre, puede ser tomado por el viento y desparramado a otras áreas. El mismo fósforo puede ser transportado por la lluvia y por el agua que corre y eventualmente alcanzará un cuerpo de agua, en el que será colectado.

Las algas crecerán más en el agua con contenido de fósforo y cuando tiene demasiada cantidad, puede generar un gran crecimiento de las mismas. Mientras que este fenómeno se da naturalmente, las que son inducidas artificialmente pueden permanecer por largos períodos, robando al dióxigeno del agua y bloqueando al sol. Cuando esto pasa, el ecosistema se ve interrumpido.

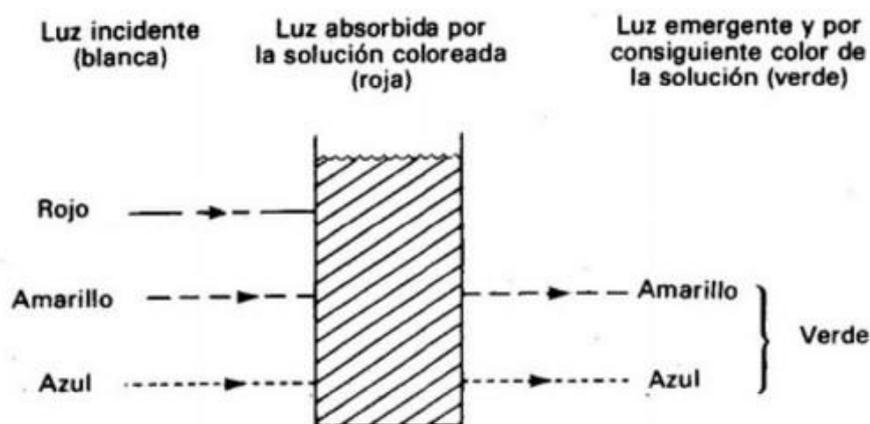
Método de Bray y Kurtz:

El método de Bray y Kurtz es muy utilizado para cuantificar fosfatos en suelos, utilizando una solución extractora, donde el ácido clorhídrico disuelve principalmente los fosfatos de calcio y algunos de hierro y aluminio, mientras que los fluoruros promueven la desorción de los fosfatos ligados al hierro y al aluminio. El ion fluoruro al disminuir la actividad del Al^{3+} , Ca^{2+} y Fe^{3+} por la formación de complejos, evita la adsorción de los fosfatos solubilizados.

Luego, se prepara un reactivo mixto para la determinación espectrofotométrica, donde el molibdato de amonio y el tartrato de antimonio y potasio, en medio ácido, reaccionan con el ortofosfato para formar ácido fosfomolibdico, el cual es reducido por el ácido ascórbico a un complejo de molibdeno de color azul intenso, la intensidad del color azul es proporcional a la concentración de fosforo que se mide en un espectrofotómetro a 885 nm. La concentración se determina a partir de una curva de calibración.

Colorimetría:

Van Holde, K (1971) detalla a la colorimetría como la técnica más usada para determinar la concentración de compuestos. El fundamento de la técnica consiste en que si pasa luz blanca a través de una solución coloreada, algunas longitudes de onda se absorben con preferencias sobre las otras. Muchos compuestos no son coloreados, pero pueden absorber luz en la región visible, si se someten a la acción de un reactivo apropiado. Estas reacciones son a menudo específicas y muy sensibles, hasta el punto de poder medir cantidades de un material en concentraciones de mili-mol por litro. La colorimetría es la ciencia que estudia la medida de los colores y que desarrolla métodos para la cuantificación del color, es decir la obtención de valores numéricos del color. Se denomina equipos de colorímetro a aquellos aparatos en los que la longitud de onda con la que vamos a trabajar se selecciona por medio de filtros ópticos.



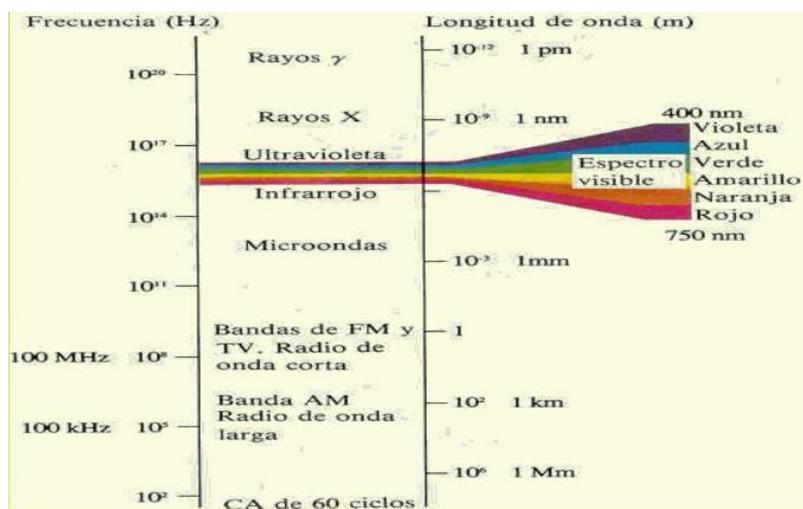
Ley de Beer-Lambert:

Van Holde, K (1971) expone que la ley de Beer-Lambert es cuando se pasa un rayo de luz monocromática de intensidad inicial I_0 a través de una solución en un recipiente transparente, parte de la luz es absorbida de manera que la intensidad de la luz transmitida I es menor que I_0 . Ocurre alguna disminución en la intensidad de la luz por dispersión de las partículas o reflexión en las interfases, pero principalmente por absorción de la solución. La relación entre I e I_0 depende de la longitud del medio absorbente, l , y de la concentración de la solución absorbente, e , estos factores se hallan relacionados en la ley de Lambert y Beer.

Espectrofotometría:

La espectrofotometría es la medida de la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas de una muestra en función de las longitudes de onda específicas. Van Holde, K (1971) afirma que un espectrofotómetro es un colorímetro más sofisticado en el cual la luz monocromática se obtiene mediante una rejilla o prisma. La banda de longitudes de onda de la luz que pasa a través de un filtro es bastante ancha y por lo tanto, puede ser difícil distinguir entre dos compuestos que poseen absorción parecida usando un colorímetro. En estos casos se necesita un espectrofotómetro, ya que este permite separar los dos picos de absorción usando el monocromador.

La espectrofotometría de absorción es utilizada con moléculas disueltas en un solvente transparente. La absorbancia de un soluto depende linealmente de la concentración y por consiguiente la espectrofotometría de absorción es ideal para hacer mediciones cuantitativas.



Materiales, sustancias y equipos:

<u>Materiales:</u>	<u>Sustancias:</u>	<u>Equipos:</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Matraz Erlenmeyer • Matraz aforado • Pipeta Pasteur • Vaso de bohemia • Pipeta aforada • Pipeta graduada • Cápsula • Mortero • Embudo buchner • Matraz kitasato • Embudo • Tubo de centrífuga • Tubo falcon • Varilla de vidrio • Papel secante • Papel de aluminio • Papel de filtro • Marcador indeleble • Pera de goma • Espátula • Indicador de pH 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido clorhídrico (HCl). • Ácido sulfúrico (H₂SO₄). • Fluoruro de sodio (NaF). • Molibdato de amonio (NH₄)₆Mo₇O₂₄). • Tartrato de antimonio y potasio (C₈H₄K₂O₁₂Sb₂·3H₂O). • Ácido ascórbico (C₆H₈O₆). • Fosfato de sodio patrón (NaH₂PO₄·H₂O). • Agua destilada (H₂O). 	<ul style="list-style-type: none"> • Centrífuga • Muffla • Balanza analítica • Espectrofotómetro

Procedimiento

Solución extractora:

1. Masar 1,1000 g de fluoruro de sodio en matraz aforado de 500,00 mL. Anotar.
2. Agregar agua destilada con la piseta y arrastrar todo rastro de fluoruro de sodio que quede en el cuello del matraz aforado.
3. Colocar agua destilada en un vaso de bohemia y verter agua destilada hasta $\frac{1}{4}$ aproximadamente del volumen total del matraz, agitar hasta que el fluoruro de sodio se disuelva por completo.
4. Agregar agua destilada y enrasar en el aforo, con ayuda de una pipeta Pasteur.
5. Tapar con el tapón.
6. Agitar.
7. Trasvasar la solución a un matraz aforado de 1,00 L.
8. Pipetear con pipeta aforada 25,00 mL de ácido clorhídrico y agregarlo al matraz aforado con solución de fluoruro de sodio.
9. Agregar agua destilada hasta 0,5 cm antes del aforo.
10. Con ayuda de una varilla de vidrio y papel secante, secar el cuello del matraz, sin tocar la solución.
11. Agregar agua destilada y enrasar en el aforo, con ayuda de una pipeta Pasteur.
12. Tapar e invertir el matraz 3 veces.
13. Rotular con un marcador indeleble.

NOTA: Comprobar que el pH de la solución sea de $(2,6 \pm 0,5)$.

Reactivo mixto:

1. Molibdato de amonio: disolver 3,75 g de molibdato de amonio en 125 mL de agua destilada.
2. Ácido sulfúrico: pipetear 35 mL de ácido sulfúrico concentrado en 225 mL de agua destilada.
3. Ácido ascórbico: disolver 2,7 g de ácido ascórbico en 50 mL de agua destilada.
4. Tartrato de antimonio y potasio: disolver 0,17 g en 125 mL de agua destilada.
5. Mezclar en el siguiente orden: molibdato de amonio, ácido sulfúrico, ácido ascórbico y tartrato de antimonio y potasio.

Curva de calibración:

Solución patrón 50 ppm:

1. Masar aproximadamente exacto 0,2227 g de fosfato de sodio en matraz aforado de 1,00 L en balanza analítica, con ayuda de una espátula. Anotar.
2. Agregar agua destilada con piseta y arrastrar todo rastro de fosfato de sodio que quede en el cuello del matraz aforado.
3. Colocar agua destilada en un vaso de bohemia y luego verterla hasta aproximadamente del volumen total del matraz, agitar hasta que el fosfato de sodio monohidratado se disuelva por completo.

4. Agregar agua destilada hasta antes del aforo.
5. Con ayuda de una varilla de vidrio y papel secante, secar el cuello del matraz, sin tocar la solución.
6. Agregar agua destilada y enrasar en el aforo, con ayuda de una pipeta Pasteur.
7. Tapar e invertir el matraz 3 veces.
8. Rotular con un marcador indeleble.
9. Pipetear con pipeta aforada de 20,00 mL de la solución patrón, y trasvasar a matraz aforado de 100,00 mL.
10. Pipetear con pipeta aforada 20,00 mL de solución extractora, y 5,00 mL de reactivo mixto. Agregar al matraz de 100,0mL con solución patrón.
11. Aforar con agua destilada.
12. Tapar e invertir el matraz 3 veces.
13. Realizar a partir de esta dilución de 10 ppm, diluciones de concentraciones: 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm y 8 ppm.
14. Realizar un blanco en matraz aforado de 100,00 mL: Pipetear con pipeta aforada 20,00 mL de solución extractora, y 5,00 mL de reactivo mixto, y aforar con agua destilada.
15. Colocar con ayuda de pipetas pasteur, alícuotas de cada dilución en distintas cubetas para medir su absorbancia.
16. Preparar el espectrofotómetro para longitudes de onda de 885 nm.
17. Marcar el 0 en el espectrofotómetro.
18. Medir la absorbancia de la solución blanco.
19. Medir la absorbancia de las soluciones de fósforo.
20. Graficar en Excel, absorbancia en función de la concentración.
21. Obtener la ecuación de la recta.

Análisis de la muestra:

1. Masar 50,00 g de muestra de suelo sin trabajar en una capsula.
2. Colocar la capsula en la mufla a 900 °C hasta masa constante,
3. Masar 2,5000 g de muestra de suelo previamente molida y seca.
4. Colocar la muestra en tubo falcon.
5. Masar 25,0000 g de solución extractora y agregar al tubo falcon.
6. Agitar durante 15 minutos.
7. Trasvasar la solución a un tubo de centrifuga.
8. Colocar el tubo en la centrifuga durante 10 minutos a 2000 rpm.
9. Filtrar al vacío una pequeña alícuota del sobrenadante y enjuagar el recipiente donde se recibe el filtrado, descartar la alícuota.
10. Filtrar el resto del sobrenadante.
11. Transferir 2,00 mL del sobrenadante filtrado a vaso de bohemia.
12. Agregar 8,0 mL de agua destilada.
13. Agregar 2,00 mL del reactivo mixto.
14. Medir la absorbancia luego de 30 minutos, en espectrofotómetro a 885 nm.
15. Repetir este procedimiento para la muestra de suelo trabajado con fertilizantes.

Resultados:

Solución extractora:

$$m_{\text{NaF}} = 1,1368 \text{ g}$$

Reactivo mixto:

$$m_{(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}} = 3,7690 \text{ g}$$

$$m_{(\text{C}_8\text{H}_4\text{K}_2\text{O}_{12}\text{Sb}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})} = 0,1734 \text{ g}$$

$$m_{(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)} = 2,7028 \text{ g}$$

Solución patrón, 50 ppm:

$$\overline{M}_{\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}} : 139,99 \text{ g/mol}$$

$$\overline{M}_P : 30,97696 \text{ g/mol}$$

$$139,99 \text{ g} \quad \frac{30,97696 \text{ g}}{139,99 \text{ g/mol}}$$

$$x : 0,222730034 \text{ g} \quad \frac{50 \times 10^{-3} \text{ g}}{139,99 \text{ g/mol}}$$

$$m_{\text{real NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 0,2467 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,2467 \text{ g}}{139,99 \text{ g/mol}} = 0,001762268 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \quad \frac{30,97696 \text{ g de P}}{139,99 \text{ g/mol}} \\ 0,001762268 \text{ mol} \quad x = 0,054589705 \text{ g de P} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ g} \quad \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \\ 0,054589705 \text{ g} \quad x = 54,58970535 \text{ mg} \end{array}$$

$$\Delta C = \left(\frac{\Delta_{\text{balanza}}}{\text{masa}} + \frac{\Delta_{\text{matraz}}}{\text{volumen}} \right) \cdot C$$

$$\Delta C = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,2467 \text{ g}} + \frac{0,4 \text{ mL}}{1000,0 \text{ mL}} \right) \cdot 54,58970535 \text{ ppm} = 0,043963853 \text{ ppm}$$

Concentración de solución patrón = $(54,59 \pm 0,04)$ ppm

Diluciones:

10 ppm:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \rightarrow V_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1} = \frac{10 \text{ ppm} \cdot 0,1 \text{ L}}{50 \text{ ppm}} = 0,02 \text{ L de Solución patrón}$$

$$C1.V1 = C2.V2 \rightarrow V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{8 \text{ ppm} \cdot 0,025 \text{ L}}{10 \text{ ppm}} = 0,02 \text{ L}$$

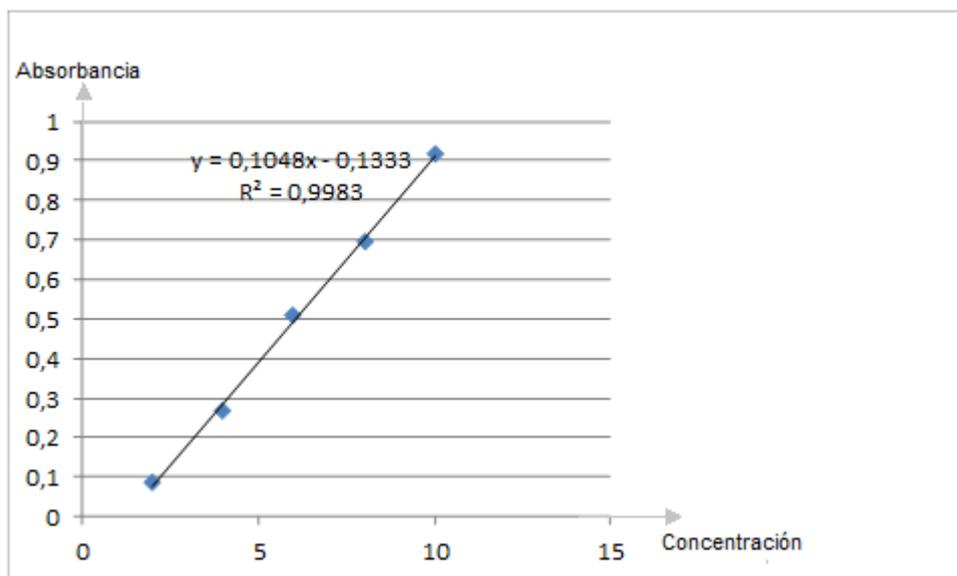
$$C1.V1 = C2.V2 \rightarrow V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{6 \text{ ppm} \cdot 0,025 \text{ L}}{10 \text{ ppm}} = 0,015 \text{ L}$$

$$C1.V1 = C2.V2 \rightarrow V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{4 \text{ ppm} \cdot 0,025 \text{ L}}{10 \text{ ppm}} = 0,010 \text{ L}$$

$$C1.V1 = C2.V2 \rightarrow V1 = \frac{C2.V2}{C1} = \frac{2 \text{ ppm} \cdot 0,025 \text{ L}}{10 \text{ ppm}} = 0,005 \text{ L}$$

Curva de calibración:

C (ppm)	Absorbancia (A)
2	0,085
4	0,267
6	0,51
8	0,696
10	0,918



Absorbancia de suelo trabajado=1,235 A

Absorbancia de suelo no trabajado=0,526 A

$$1,235 = 0,1048x - 0,1333$$

$$0,1048x = 1,235 - 0,1333$$

$$X = \frac{1,235 - 0,1333}{0,1048} = 10,51240458 \text{ ppm}$$

$$0,526 = 0,1048x - 0,1333$$

$$0,1048x = 0,526 + 0,1333$$

$$X = \frac{0,526 + 0,1333}{0,1048} = 3,747137405 \text{ ppm}$$

$$\Delta C = \left(\frac{\Delta_{\text{balanza}}}{\text{masa de muestra}} + \frac{\Delta_{\text{pipeta}}}{\text{toma}} + \frac{\Delta_{\text{pipeta}}}{\text{toma}} + \frac{\Delta_{\text{spectrofotometro}}}{\text{absorbancia}} \right) \cdot C$$

Suelo trabajado:

$$\Delta C = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{2,5094 \text{ g}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{2,00 \text{ mL}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{2,00 \text{ mL}} + \frac{0,001 \text{ A}}{1,235 \text{ A}} \right) \cdot 10,51240458 \text{ ppm} = 0,114055035 \text{ ppm}$$

Suelo no trabajado:

$$\Delta C = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{2,5017 \text{ g}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{2,00 \text{ mL}} + \frac{0,01 \text{ mL}}{2,00 \text{ mL}} + \frac{0,001 \text{ A}}{0,086 \text{ A}} \right) \cdot 3,747137405 \text{ ppm} = 0,044744993 \text{ ppm}$$

La concentración de fosfato en suelo trabajado es $(10,5 \pm 0,1)$ ppm

La concentración de fosfato en suelo no trabajado es $(3,74 \pm 0,04)$ ppm

Observaciones:

Se realizaron dos muestras de distintos tipos de suelos, un suelo trabajado con fertilizantes, y un suelo sin trabajar. Se comenzó la cuantificación de fósforo en los suelos, colocando 50,00 gramos del suelo en cápsulas. Se colocaron las capsulas en la muffla a 900°, durante 30 horas aproximadamente, con el fin de eliminar la materia orgánica, dejando presente solamente la inorgánica. Dentro de esta materia inorgánica, contábamos con fósforo, hierro (observado en el suelo, una coloración rojo ladrillo, que se obtuvo mediante la calcinación), calcio y aluminio.

Esta calcinación se dio por finalizada, cuando se obtuvieron masas aproximadamente constantes, con una variación de 30 mg aproximadamente. No se logró la calcinación total de las muestras debido a la falta de tiempo. Por otra parte, no era necesario la calcinación completa de las muestras ya que, posteriormente, se realizaría una extracción de fósforo con solución de fluoruro de sodio y ácido clorhídrico, donde el ácido clorhídrico disuelve los fosfatos de calcio, algunos de hierro y aluminio, y el fluoruro atrae los fosfatos unidos al hierro y al aluminio.

La incertidumbre promedio fue calculada de la siguiente manera:

$$\Delta C = \left(\frac{\Delta_{\text{balanza}}}{\text{masa de muestra}} + \frac{\Delta_{\text{pipeta}}}{\text{toma}} + \frac{\Delta_{\text{pipeta}}}{\text{toma}} + \frac{\Delta_{\text{spectrofotometro}}}{\text{absorbancia}} \right) \cdot C$$

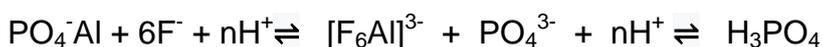
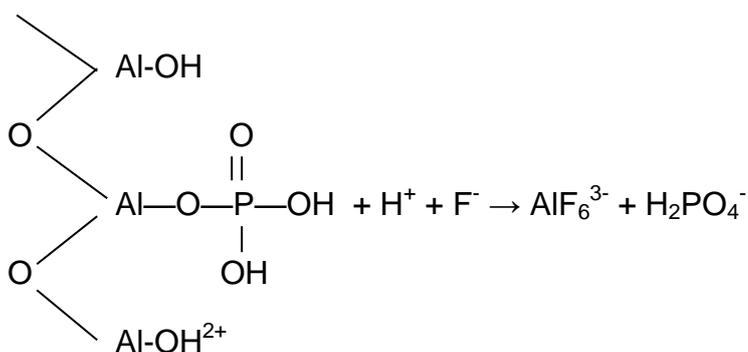
Ya que no se hicieron las réplicas necesarias para promediar correctamente con:

$$IC = \frac{z \cdot \alpha (n - 1)}{\sqrt{5}}$$

Estas replicas no se realizaron ya que no se contaba con el tiempo necesario.

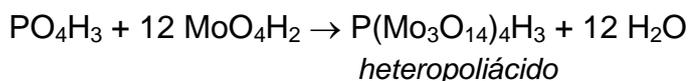
Ecuaciones:

Extracción:



- El HCl disuelve principalmente los fosfatos de Ca y algunos de Al y Fe.
- El ión F^- promueve la desorción de los fosfatos ligados al Fe y Al.
- El ión F^- al disminuir la actividad del Al^{3+} , Ca^{2+} y Fe^{3+} por la formación de complejos, evita la adsorción de los fosfatos solubilizados.

Desarrollo de color y determinación espectrofotométrica:



- Los iones fosfatos reaccionan en la solución ácida que contiene iones molibdato, formando una molécula compleja: ácido molibdofosfórico, que con el ácido ascórbico se reduce y desarrolla un color azul de intensidad proporcional a la concentración de iones fosfato

Discusión:

Los resultados fueron satisfactorios, se pudo determinar la cantidad fósforo que contenía cada muestra, a partir de una técnica colorimétrica. También, se pudo determinar como ya se había previsto, según la investigación bibliográfica realizada, que el suelo trabajado con fertilizantes tendría una mayor concentración de fósforo a comparación al suelo no trabajado, debido al agregado de fertilizantes para la mejora de cultivos.

Conclusión:

La concentración de fosfato en suelo trabajado es $(10,5 \pm 0,1)$ ppm

La concentración de fosfato en suelo no trabajado es $(3,74 \pm 0,04)$ ppm

Líneas de investigación:

- Cuantificar fósforo en suelos alcalinos, y comparar con los resultados obtenidos en ésta práctica.
- Cuantificar fósforo en aguas cercanas a suelos de cultivos, y en aguas lejanas a suelos cultivados.
- Estudiar existencia de otras sustancias y/o minerales presentes en el suelo y cuantificarlas.
- A través de los resultados obtenidos, comparar con otros tipos de suelos.
- Cuantificar los fosfatos presentes en distintas muestras de agua (superficial y residual).

Bibliografía:

- Frear, D. (1956). Tratado de química agrícola. España. Salvat editores, S.A.
- Manejo de los fertilizantes. El fósforo en el suelo y agua.
Recuperado el 27 de octubre de 2017, de la página web: <<http://www.smart-fertilizer.com/articulos/fosforo>>
- Sanzan, A. S/A. Química del suelo- El fósforo, cátedra de edafología.
Publicado en la página web: www.edafologia.com.ar.
- Tamhane, R. etal. (1978). Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. México.
- Teuscher, H. (1965). El suelo y su fertilidad. México.
- Van Holde, K. (1971). Bioquímica física. Título original: physical Biochemistry Englewood Cliffs. New York- Estados Unidos.
- Fósforo. Curso de fertilidad de suelos. Año 2013.
Recuperado el 27 de octubre de 2017, de la página web: <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/curso/docs/Fosforo_impr.pdf>

ANEXOS

Medidas de seguridad:

Ácido clorhídrico:



Palabra de advertencia: Peligro

Indicaciones de peligro

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

H335 Puede irritar las vías respiratorias.

Consejos de prudencia - prevención

P261 Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.

Fluoruro de sodio:



Palabra de advertencia: Peligro

Indicaciones de peligro

H301 Tóxico en caso de ingestión.

H315 Provoca irritación cutánea.

H319 Provoca irritación ocular grave.

Declaración Suplementaria del Peligro

EUH032 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.

Consejos de prudencia

P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

P280 Llevar guantes/gafas de protección. Consejos de prudencia - respuesta

P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con agua y jabón abundantes.

P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P311 Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Molibdato de amonio:



Indicaciones de peligro

H302 Nocivo en caso de ingestión.

H315 Provoca irritación cutánea.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H335 Puede irritar las vías respiratorias.

Consejos de prudencia Consejos de prudencia - prevención

P280 Llevar guantes/gafas de protección.

Consejos de prudencia - respuesta

P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con abundante agua.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P337+P313 Si persiste la irritación ocular: consultar a un médico.

Ácido sulfúrico:



Palabra de advertencia : Peligro

Indicación de peligro :

H314 : Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Consejos de prudencia:

• Prevención:

P280: Llevar guantes, prendas, gafas y máscara de protección. P260: No respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol.

• Respuesta:

P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTIÓN : Enjuáguese la boca. NO provoque el vómito.

P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS : Aclarar cuidadosamente con agua

durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P303+P361+P353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo) : Quítese inmediatamente las prendas contaminadas. Aclárese la piel con agua o dúchese.

• Consideraciones relativas a la eliminación :

P501: Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional.

Tartrato de antimonio y potasio:



Indicaciones de peligro

H302 + H332 Nocivo en caso de ingestión o inhalación

H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia

Prevención

P273 Evitar su liberación al medio ambiente.

Muestreo:

1)

- ¿Qué se muestreó? Suelo trabajado con fertilizante.
- ¿Dónde se muestreó? Ruta 75, km 37.
- ¿Para qué se realizó el muestreo? Estudio físico-químico
- Fecha y hora: 11/10/2017 – 17:25
- ¿Quién realizó el muestreo? Camila Maguna.
- Se realizó el muestreo con un recipiente de plástico.

2)

- ¿Qué se muestreó? Suelo no trabajado.
- ¿Dónde se muestreó? Paso Carrasco.
- ¿Para qué se realizó el muestreo? Estudio físico-químico
- Fecha y hora: 11/10/2017 – 17:43
- ¿Quién realizó el muestreo? Camila Rodríguez.
- Se realizó el muestreo con un recipiente de plástico.

