

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**  
**Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales**

**Sustentabilidad y tecnología**  
**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**  
**Patronato del Nevado de Colima**



**ITESO, Universidad**  
**Jesuita de Guadalajara**

**4F04 – Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional**  
Determinación de contenido de fósforo en muestras de suelo del parque nacional  
volcán Nevado de Colima

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes  
Ing. Ambiental Tania Colmenares García  
Ing. Ambiental Miguel López Minakata  
Ing. Ambiental Vanessa Woolfolk Aragón  
Ing. Ambiental David Eduardo Vélez Sánchez

Profesor PAP:

[Dra. Raquel Zuñiga Rojas](#)

[Dra. Xadeni Ruiz Villegas](#)

[Lic. Melissa Ley Cervantes](#)

[Ing. Alonso Villalobos Echeverría](#)

[Ing. Arturo Javier Rodríguez Herrera](#)

[Ing. José Gustavo Calderón De Anda](#)

Tlaquepaque, Jalisco, 26 de septiembre de 2023

## Contenido

Resumen .....	2
Introducción.....	2
Objetivos.....	3
Metodología.....	3
Resultados.....	4
Discusión y Análisis .....	5
Conclusión.....	5
Referencias .....	6

## Resumen

Se llevó a cabo la cuantificación de fósforo por cada una de las 20 muestras utilizando métodos analíticos y tomando la curva de calibración para conocer este parámetro en mg/L.

## Introducción

La espectrofotometría es una técnica utilizada para medir la cantidad de luz absorbida o transmitida por una muestra en función de la longitud de onda. Esta técnica se basa en el principio de que las moléculas absorben luz en diferentes longitudes de onda según sus propiedades químicas. Esto funciona así ya que, en un espectrofotómetro, se emite luz de una fuente de energía, generalmente un láser o una lámpara. Esta luz pasa a través de una muestra y luego se detecta y se compara con una muestra de referencia o blanco. La diferencia entre la intensidad de luz transmitida por la muestra y la de referencia proporciona información sobre la cantidad de luz absorbida por la muestra.

La espectrofotometría es ideal para medir muestras de analitos porque de esta manera se obtiene información sobre las propiedades químicas de la sustancia y sobre la concentración de las muestras analizadas.

La transmitancia se refiere a la fracción de luz que pasa a través de una muestra y se expresa como un porcentaje y representa la cantidad de luz que logra atravesar la muestra en relación con la cantidad de luz incidente. Por otro lado, la absorbancia se relaciona con la cantidad de luz que una muestra absorbe.

$$A = -\text{Log} (T)$$

*Ecuación 1. Absorbancia.*

$$T = \frac{I}{I_0} * 100$$

*Ecuación 2. Transmitancia.*

En adición, el fósforo es un nutriente clave para el crecimiento de las plantas y desempeña un papel crucial en procesos biológicos como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis de ácidos nucleicos. La investigación sobre la cuantificación de fósforo en el suelo busca comprender la dinámica de este nutriente en diferentes tipos de suelos y condiciones ambientales para conocer el estado de la vegetación en un ecosistema.

## Objetivos

- Obtener la concentración de fósforo por medio de espectrofotometría para cada una de las 20 muestras de suelo.

## Metodología

Se prepararon cuatro soluciones:

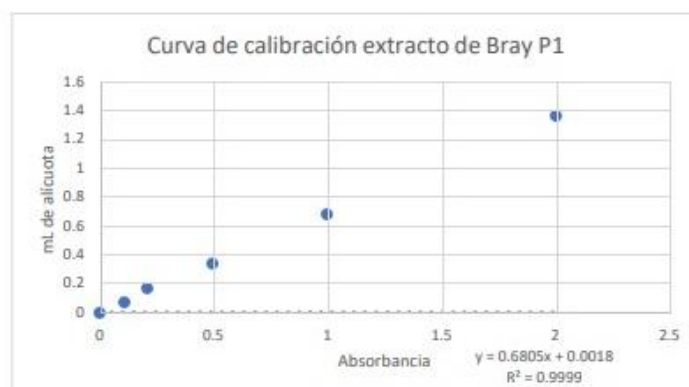
1. Solución de extracción: se añadió 30 mL de  $\text{NH}_4\text{F}$  1 N y 50 mL de  $\text{HCl}$  0.5 N en un matraz aforado de 1 L con agua destilada.
2. Solución de molibdato de azufre: se añadió 40 g de molibdato de amonio  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  en 500 mL de agua destilada. Se disolvió 0.972 g de tartrato de antimonio y potasio y se agregó 492 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado en un matraz de 2 L con agua destilada.
3. Solución de trabajo: 60 mL de molibdato de azufre se añaden en 800 mL de agua destilada. Se disolvió 1.056 g de ácido ascórbico y diluyó en matraz volumétrico a un litro. La solución debe prepararse cada día que se cuantifican las muestras.
4. Solución estándar de fósforo (100ppm): Se añadió 0.4394 g de fosfato de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) a 20 mL de la solución extractora con dos gramos de suelo previamente secado y tamizado (2mm). Se agitó a 180 rpm por 10 minutos y se filtró con un filtro Whatman #2. Posteriormente, se transfirieron 2 mL de este extracto a un tubo colorimétrico, agregando 8 mL de la solución de trabajo y esperando por lo menos 10 minutos para la formación de color. La absorbancia de intensidad se midió en un espectrofotómetro a 882 nm para ser utilizada posteriormente en la ecuación 2.



*Ilustración 1. Soluciones.*

Posteriormente se tomaron las mediciones de transmitancia para cada muestra y así obtener la absorbancia mediante la ecuación 1.

## Resultados



$$\text{Concentración de fósforo total (ppm)} = (0.6805 \cdot \text{absorbancia}) + 0.0018$$

Gráfica 1. Curva de calibración de fósforo.

Muestra	Reagent C (ml)	Volumen flotante de muestra después de centrifugadora	Transmitancia %	Transmitancia	Absorbancia	Fósforo ppm
1	2.0	0.5	84	0.84	0.08	5.33
2	2.0	0.5	78.3	0.783	0.11	7.41
3	2.0	0.5	88.4	0.884	0.05	3.82
4	2.0	0.5	80.6	0.806	0.09	6.55
5	2.0	0.5	28.9	0.289	0.54	36.87
6	2.0	0.5	63.9	0.639	0.19	13.42
7	2.0	0.5	48.2	0.482	0.32	21.75
8	2.0	0.5	34	0.34	0.47	32.06
9	2.0	0.5	16.3	0.163	0.79	53.79
10	2.0	0.5	4.3	0.043	1.37	93.17
11	2.0	0.5	66.2	0.662	0.18	12.37
12	2.0	0.5	93.5	0.935	0.03	2.17
13	2.0	0.5	18.6	0.186	0.73	49.89
14	2.0	0.5	60.3	0.603	0.22	15.13
15	2.0	0.5	75.4	0.754	0.12	8.52
16	2.0	0.5	88.6	0.886	0.05	3.76
17	2.0	0.5	43.4	0.434	0.36	24.85
18	2.0	0.5	36.5	0.365	0.44	29.97
19	2.0	0.5	52	0.52	0.28	19.51
20	2.0	0.5	79	0.79	0.10	7.15

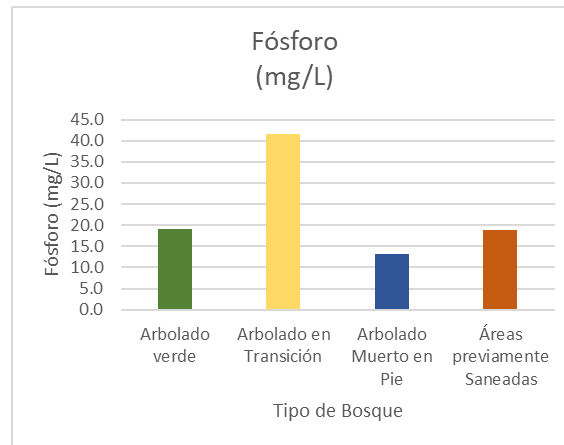
Tabla 1. Datos crudos y resultados teóricos de la práctica.

Muestra	Tipo de arbolado	Fósforo(mg/L)
2	Bosque en Transición	7.41
9	Bosque en Transición	53.79
10	Bosque en Transición	93.17
11	Bosque en Transición	12.37
1	Bosque Verde	5.33
4	Bosque Verde	6.55
5	Bosque Verde	36.87
6	Bosque Verde	13.42
8	Bosque Verde	32.06
13	Bosque Verde	49.89
14	Bosque Verde	15.13
15	Bosque Verde	8.52
16	Bosque Verde	3.76
3	Muerto en pie	3.82
7	Muerto en pie	21.75
12	Muerto en pie	2.17
17	Muerto en pie	24.85
18	Reforestado	29.97
19	Reforestado	19.51
20	Reforestado	7.15

Tabla 2. Resultados teóricos de fósforo respecto al tipo de arbolado.

Tipo de bosque	Fósforo(mg/L)
Arbolado verde	19.06
Arbolado en Transición	41.69
Arbolado Muerto en Pie	13.15
Áreas previamente Saneadas	18.87

Tabla 3. Promedios de Fósforo respecto al tipo de bosque .



Gráfica 2. Promedios de cuantificación de fósforo respecto al tipo de bosque.

## Discusión y Análisis

El fósforo actúa como un indicador de las condiciones de la vegetación en el bosque de altura, siendo que esta concentración puede variar dependiendo de las características del bosque y de la composición del suelo. Una concentración admisible de fósforo alcanza los 50 ppm, sin embargo, normalmente se reduce hasta 20 ppm, por otro lado, si existe un flujo continuo de distintos nutrientes en el sustrato, esta concentración baja significativamente a 1-2 ppm. (García S., 2020)

Fundamentando con el párrafo anterior, los valores de fósforo (mg/L [=] ppm) para el arbolado verde y las áreas previamente saneadas (reforestación) se promedian en un valor de 19.06 ppm, llegando a ser lo ideal específicamente en este tipo de arbolado ya que indica que existe vegetación sana al mantener un equilibrio químico. Por otro lado, existe un contraste con el arbolado en transición, al tener valores exponenciales de fósforo llegando a tener casi 42 ppm. Mientras este valor se considera saludable aún, se cree que al encontrarse en un estado transitorio están sucediendo distintos cambios en la composición y la estructura del árbol, así como procesos de descomposición de materia que han generado esta alteración en su valor de este parámetro. Por último, se observa en la gráfica también que el arbolado muerto en pie tiene el valor más pequeño de fósforo promediado, siendo este de 13.15; esto concuerda con el tipo de arbolado ya que entre menor sea la cantidad de fósforo, menor calidad de vida existe en la zona y podría llegar a un desbalance de nutrientes en el ciclo.

## Conclusión

Los resultados teóricos de fósforo en el Patronato del nevado de colima concuerdan con el tipo de arbolado en cada una de las muestras y cobran sentido al separarlos tanto por promedios como por tipo de arbolado. Este mineral da a surgir distintos tipos de procesos geoquímicos y acelera el equilibrio de las condiciones e interacciones en el bosque, al estar ligado a distintos componentes bióticos y abióticos.

## Referencias

JISA. (2016). Materia orgánica y sustancias húmicas. 26/12/2017, de JISA S.A. Sitio web: <http://www.acidoshumicos.com/blog/materia-organica-y-sustancias-humicas/>