

**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**

Medición de pH y Conductividad eléctrica 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  
Dra. 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.....	5
Discusión y Análisis .....	5
Conclusión.....	10
Referencias .....	10

## Resumen

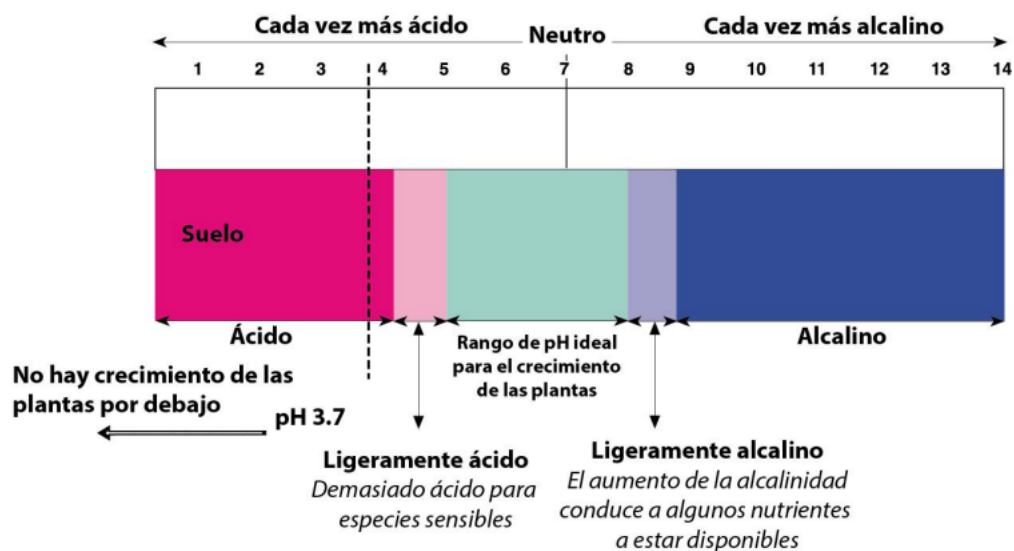
Se llevó a cabo un análisis del pH y la conductividad eléctrica en 20 muestras de suelo para entender el dinamismo del ecosistema.

## Introducción

El pH y la conductividad son análisis de gran relevancia en el monitoreo de la calidad del suelo y la investigación ambiental ya que proporcionan información acerca de las propiedades geoquímicas que hay en el suelo, influyendo en la disponibilidad de nutrientes y la salud del sistema ambiental.

Según Castellanos (2000) existen distintos intervalos de pH informativos:

- pH > 4.0: Presencia de ácidos libres debido a la oxidación de sulfuros.
- pH > 5.5: Posible exceso de manganeso o presencia de aluminio intercambiable.
- pH = 6.0 – 6.5: Disponibilidad razonable de nutrimentos y minerales.
- pH = 7.3 – 8.4: Presencia de CaCO<sub>3</sub>.
- pH > 8.2: Elevadas concentraciones de sodio intercambiable.



El pH del suelo afecta la disponibilidad nutrimental y la forma en la que los nutrientes interactúan y reaccionan entre sí. En pH bajo el fósforo y el magnesio se ven menos presentes, mientras que el aluminio y el hierro tienen una disponibilidad alta, llegando a niveles tóxicos para las plantas. Cuando el pH es mayor a 7.5, la cantidad de fósforo es preocupante al presentarse en pequeñas cantidades, afectando el crecimiento y desarrollo de la flora.

La conductividad eléctrica del suelo mide la capacidad del suelo para conducir una corriente eléctrica y está relacionada con la cantidad de sales disueltas en el suelo. Una alta conductividad puede indicar

la presencia de altas concentraciones de sales, lo que puede ser perjudicial para las plantas si es excesivo. La medición de la conductividad eléctrica también es importante en la gestión de la irrigación, ya que puede ayudar a determinar la cantidad de agua necesaria para evitar la acumulación de sales tóxicas en el suelo.

## Objetivos

- Obtener valores de pH y Conductividad eléctrica en cada una de las muestras.
- Analizar la alcalinidad, acidez y salinidad de las muestras comparando con bibliografía.

## Metodología

### Materiales:

- Potenciómetro.
- Conductímetro.
- 20 muestras de suelo.
- 20 matraces Erlenmeyer.
- Agua destilada y pisseta.
- Probeta 50 mL.
- Agitador orbital.
- Balanza analítica.

### Metodología:

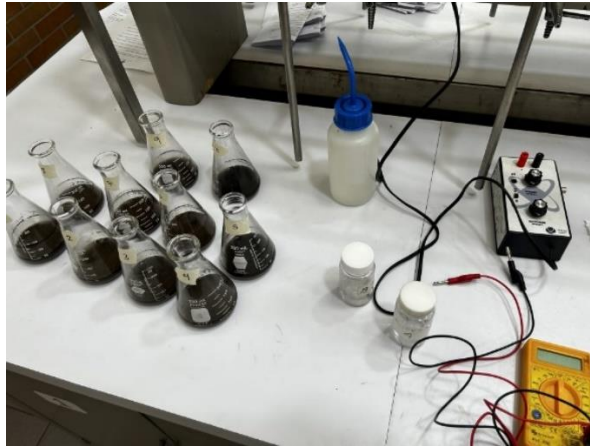
Para preparar las soluciones se pesaron 20 gramos de cada muestra, colocando posteriormente cada alícuota en su respectivo matraz rotulado.



Al tener todos los matraces con el contenido de muestra, se les añadió 40 mL de agua destilada a cada uno y se colocaron en el agitador orbital por 30 minutos.



Pasado este tiempo, se retiraron para tomar mediciones de pH con un potenciómetro y conductividad eléctrica con el CONDUCTRONIC-PC18 en cada una de las muestras. Se registraron los valores en una base de datos para realizar un análisis.



## Resultados

Muestra	Peso muestra (g)	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}$ )
1	20.36	5.40	38.00
2	20.50	5.60	47.30
3	20.05	4.70	36.30
4	20.41	6.80	19.80
5	20.40	5.10	80.70
6	20.13	4.80	41.00
7	20.63	4.70	52.60
8	20.03	5.20	22.50
9	20.80	6.60	39.80
10	20.22	6.40	39.30
11	20.34	5.20	54.60
12	20.75	5.20	49.60
13	20.76	6.00	21.60
14	20.74	5.90	22.20
15	20.00	4.40	19.30
16	20.37	5.50	30.60
17	20.88	4.60	46.20
18	20.13	5.20	21.10
19	20.28	5.50	18.20
20	20.28	5.40	17.30

## Discusión y Análisis

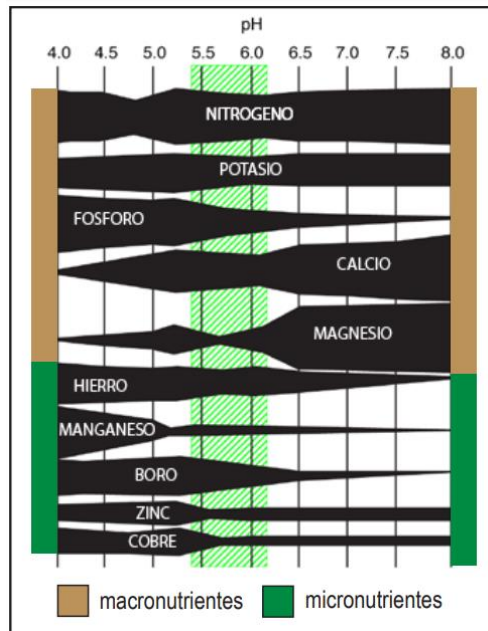
Tomando en cuenta los límites propuestos por J.Z. Castellanos (2000), no se obtuvieron valores de pH por debajo de 4; el pH más bajo encontrado es el de la muestra #15, zona de arbolado verde, muerto en pie y oyamel, seguido de la muestra #17 que se sitúa en una zona de arbolado muerto en pie con puntos de reforestación cerca.

Por otro lado, las muestras con pH alto son las #4 y #9: La primera se tomó de una zona con arbolado verde y muerto en pie sin pendiente, mientras la segunda se tomó de una zona en estado de transición, próspero a ser arbolado muerto en pie con una pendiente arriba suroeste.

En cuanto a la totalidad del pH, en las muestras del 15-18 (Tabla 2) se tienen valores de pH que varían desde el 4.4 hasta el 5.2, donde los minerales como el hierro, nitrógeno, fósforo, manganeso y boro están presentes. En este rango de pH se encuentra la mayor parte del arbolado muerto, infiriendo que a menor pH existe menor vida forestal. En la gráfica 1 se presenta que el nitrógeno disminuye en este rango de pH: considerando que el nitrógeno se contiene en la materia orgánica del suelo.

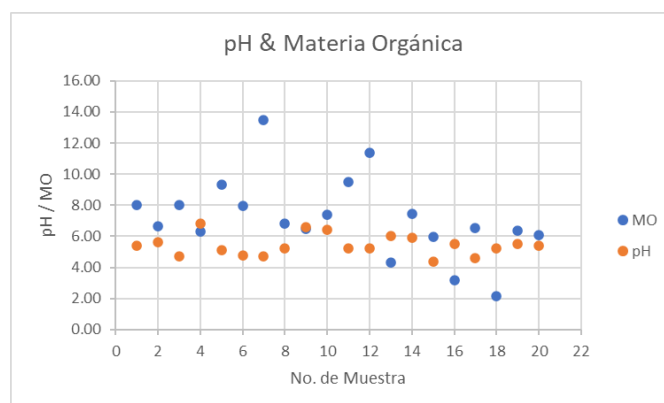
Se observa un aumento en este parámetro en las muestras 1-10 (Tabla 2) predominando en zonas de arbolado verde o en reforestación: entre más reforestación esté presente, el pH es cada vez más alto, al estar entre un rango de 5.4 – 6.4. En relación con los límites, se rescata la presencia de aluminio intercambiable, nitrógeno, potasio, calcio y hierro dentro del rango anterior.

Las muestras 4, 9 y 10 tienen un pH de 6.4 a 6.8; en relación a la tendencia observada, se esperaría que en estos niveles de pH al estar muy cercano a un pH neutro se estarían situando en el tipo de arbolado verde con reforestación, sin embargo, se presentan en tipo de arbolado muerto en pie o en transición, donde se puede encontrar niveles altos de calcio, nitrógeno y magnesio.



Asimismo, la materia orgánica forma parte del suelo al ser producto de la desintegración de residuos orgánicos vegetales, su concentración es mayor en los estratos superficiales y menor en la profundidad del suelo. Según Mora J. (2016) el pH y la materia orgánica tienen una relación directa al ser indicadores de la fertilidad del suelo; el pH es más ácido donde la materia orgánica es mayor y viceversa (esto depende también de la composición del suelo).

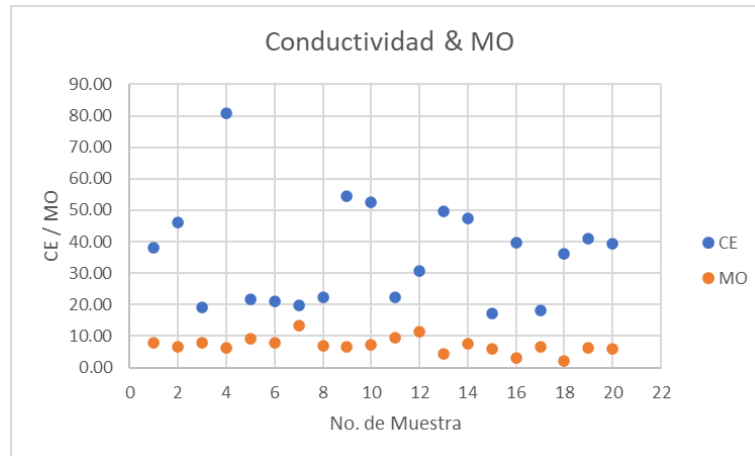
Dicho lo anterior, al observar nuestra tabla x, no se observa un comportamiento parecido en ambos parámetros, siendo que en la muestra número 7 se tiene un valor de materia orgánica sumamente cerca del 14% (siendo este el valor más alto) y asimismo se tiene un pH de 4.7, siendo este uno de los valores de pH más bajos entre las 20 muestras. Una posible explicación a este fenómeno puede ser dada por el tipo de sustrato y la humedad existente en la zona, ya que entre más húmedo esté el sustrato existe una alta probabilidad de la acumulación de materia orgánica y a su vez el tipo de pino esté liberando ácidos orgánicos que permita la descomposición de la materia en condiciones anaeróbicas.



En la gráfica anterior podemos observar que los valores de MO y pH no siguen un mismo comportamiento estrictamente, aunque sí se puede observar en las primeras y últimas muestras cierta tendencia y similitudes en ambos parámetros.

MATERIA ORGÁNICA & pH			
Muestra	Descripción	pH	Materia orgánica
15	Presencia de arbolado verde, arbolado muerto en pie y Oyamel	4.40	5.99%
17	Arbolado muerto en pie. Mismo sitio que punto 16	4.60	6.54%
3	Alta pendiente sobre el muestreo. Domina arbolado muerto en pie. Pendiente bajada noroeste, Pendiente subida sureste.	4.70	8.04%
7	Predominante muerto en pie muy grandes, se puede decir que eran semilleros (fuertes productores de semilla) Bajada sur-suroeste. Subida noroeste	4.70	13.46%
6	Área con árboles grandes verdes, poco árbol muerto en pie. El sitio cuenta con renuevo y reforestación. Pendiente arriba hay árboles muertos en pie.	4.80	7.95%
5	Bosque en transición mezclado con bosque verde. Sin pendiente.	5.10	9.30%
8	Bosque verde con porciones en transición. Pendiente arriba en dirección Noroeste-norte. Mucha reforestación y más arriba árbol muerto en pie.	5.20	6.83%
11	Pendiente inmediata. Tiene presencia de bosque en transición muerto en pie, dirección oeste. Comparar sitios.	5.20	9.51%
12	Arbolado muerto en pie viejo, abundante reforestación y repuesta del bosque	5.20	11.39%
18	Arbolado reforestado más maduro. Abundante asícula cubriendo el suelo.	5.20	2.13%
1	Sitios con árboles verdes y árbol muerto en pie. No es reforestación reciente. Ejemplares más viejos. Pastizal abundante. Punto tomado en camino ancho. 100 a 200 m abajo abunda <i>Oyamel</i> y humedad. Misma pendiente pero dirección arriba empieza a haber más presencia de <i>hwartegii</i> y escarabajo descortezador. Cañada hacia abajo oeste, hacia arriba este.	5.40	8.00%
20	Zona code, reforestación con muertes en pie	5.40	6.07%
16	Arbolado verde Reforestación abundante.	5.50	3.17%
19	Zona code, hay reforestación pero no muertos en pie	5.50	6.39%
2	Bosque en transición, abunda más arborado muerto en pie. Se observa renuevo (especies juveniles). Pendiente bajada oeste, pendiente subida este	5.60	6.67%
14	Bosque verde con reforestación.	5.90	7.43%
13	Arbolado verde natural, reforestación en abundancia con muerto viejo en pie.	6.00	4.33%
10	Pendiente inmediata. Tiene presencia de bosque en transición muerto en pie, dirección oeste. Comparar sitios.	6.40	7.41%
9	Última parte de la transición muy marcada hacia bosque con arbolado muerto en pie. Pendiente arriba Suroeste. Arbolado muerto en transición está en la pendiente.	6.60	6.46%
4	Predomina arbolado verde con arbolado muerto en pie a los alrededores. Sin pendiente	6.80	6.30%

Respecto a la conductividad eléctrica, Florián A. establece que el aumento de esta variable se le atribuye a la mineralización de la materia orgánica, la cual incrementa con la concentración de nutrientes y por ende, la concentración de las sales. En caso de que se presente el fenómeno de lixiviación de la masa se puede dar el caso de que se tengan altos niveles de materia orgánica con bajos niveles de sales; se infiere que la conductividad eléctrica es directamente proporcional a esta propiedad del suelo.



Así como en el pH, se encuentran múltiples datos atípicos en donde las muestras con un valor mayor de conductividad eléctrica presentan valores bajos de materia orgánica y viceversa, la muestra #6 tiene un mayor % de materia orgánica que el resto, y a su vez cuenta con una conductividad eléctrica muy baja. Como se menciona anteriormente esto lo puede causar la cantidad de minerales encontrados en el sustrato, específicamente la concentración de nitratos, potasio, sodio, fósforo, sulfato y amonio. En todas las muestras se tienen concentraciones relativamente iguales de nitrógeno y potasio, por lo que no debería ser motivo de alteración de estos parámetros. (Florián A., 2020)



MATERIA ORGÁNICA & CE			
Muestra	Descripción	Conductividad (μS)	Materia orgánica
20	Zona code, reforestación con muertes en pie	17.30	6.07%
19	Zona code, hay reforestación pero no muertos en pie	18.20	6.39%
15	Presencia de arbolado verde, arbolado muerto en pie y Oyamel	19.30	5.99%
4	Predomina arbolado verde con arbolado muerto en pie a los alrededores. Sin pendiente	19.80	6.30%
18	Arbolado reforestado más maduro. Abundante asícula cubriendo el suelo.	21.10	2.13%
13	Arbolado verde natural, reforestación en abundancia con muerto viejo en pie.	21.60	4.33%
14	Bosque verde con reforestación.	22.20	7.43%
8	Bosque verde con porciones en transición. Pendiente arriba en dirección Noroeste-norte. Mucha reforestación y más arriba árbol muerto en pie.	22.50	6.83%
16	Arbolado verde Reforestación abundante.	30.60	3.17%
3	Alta pendiente sobre el muestreo. Domina arbolado muerto en pie. Pendiente bajada noroeste, Pendiente subida sureste.	36.30	8.04%
1	Sitios con arboles verdes y arbol muerto en pie. No es reforestación reciente. Ejemplares más viejos. Pastizal abundante. Punto tomado en camino ancho. 100 a 200 m abajo abunda <i>Oyamel</i> y humedad. Misma pendiente pero dirección arriba empieza a haber más presencia de hwartegii y escarabajo descortezador. Cañada hacia abajo oeste, hacia arriba este.	38.00	8.00%
10	Pendiente inmediata. Tiene presencia de bosque en transición muerto en pie, dirección oeste. Comparar sitios.	39.30	7.41%
9	Última parte de la transición muy marcada hacia bosque con arbolado muerto en pie. Pendiente arriba Suroeste. Arbolado muerto en transición está en la pendiente.	39.80	6.46%
6	Área con arboles grandes verdes, poco arbol muerto en pie. El sitio cuenta con renuevo y reforestación. Pendiente arriba hay arboles muertos en pie.	41.00	7.95%
17	Arbolado muerto en pie. Mismo sitio que punto 16	46.20	6.54%
2	Bosque en transición, abunda más arborado muerto en pie. Se observa renuevo (especies juveniles). Pendiente bajada oeste, pendiente subida este	47.30	6.67%
12	Arbolado muerto en pie viejo, abundante reforestación y repuesta del bosque	49.60	11.39%
7	Predominante muerto en pie muy grandes, se puede decir que eran semilleros (fuertes productores de semilla) Bajada sur-suroeste. Subida noroeste	52.60	13.46%
11	Pendiente inmediata. Tiene presencia de bosque en transición muerto en pie, dirección oeste. Comparar sitios.	54.60	9.51%
5	Bosque en transición mezclado con bosque verde. Sin pendiente.	80.70	9.30%

## Conclusión

En la tabla X se observa como los valores de pH tienden a ser ácidos, sin embargo, este parámetro va incrementando respecto al estado del arbolado en la zona; Las zonas de mayor acidez (pH: 4.4 - 5.2) tienden a encontrarse en los sitios de arbolado muerto en pie, las zonas con acidez media (pH: 5.2- 5.6) se encuentran en los sitios de arbolado en reforestación y las zonas con un pH neutro (pH: 5.8 - 6.8) están en sitios de arbolado verde con poca reforestación. Con lo anterior se concluye que entre más neutral esté el pH, existe mayor vegetación verde.

Por otro lado, la conductividad eléctrica se comportó inversamente al pH: En las zonas con menor conductividad eléctrica (CE: 17.3 – 30.60) predomina el arbolado verde, en las zonas con una conductividad eléctrica media (CE: 36.3 – 41.0) se encuentra en sitios de transición o reforestación y las zonas con conductividad eléctrica alta (CE: 46.2 – 80.7) está en sitios de arbolado muerto en pie. Con esta información se concluye que entre mayor salinidad o CE exista, existe menor vegetación verde.

## Referencias

¿Cómo interpretar el resultado de ph del suelo? (s. f.). Recuperado 26 de septiembre de 2023, de ProainShop website: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/como-interpretar-el-resultado-de-ph-del-suelo>

Castellanos, J.Z. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. 2a Ed. Intagri. Celaya, Gto. México. 186 p.

Juan Luis Mora Rosas<sup>1</sup> , María Alcalá De Jesús<sup>2</sup> y María Salud Rosas Murillo<sup>3</sup> <sup>1</sup> Laboratorio de Edafología UMSNH, <sup>2</sup> Laboratorio de Edafología Martha Bustos Zagal, <sup>3</sup> Laboratorio de Docencia X2

Florián, A. (2020, mayo 13). Conductividad Eléctrica en las enmiendas orgánicas (Compost): Importancia, efecto y recomendaciones. Recuperado 24 de octubre de 2023, de FOSAC website: <https://www.fosacperu.com/conductividad-electrica-en-las-enmiendas-organicas-compost-importancia-efecto-y-recomendaciones/>