

## Caracterización edafológica de la textura, conductividad eléctrica y pH del suelo en cinco distritos del valle de Cañete, Perú

### Edaphological characterization of soil texture, electrical conductivity, and pH in five districts of the Cañete valley, Peru

Juan Saldivar Villarroel  
Universidad Nacional de Cañete  
Email: [jsaldivar@undc.edu.pe](mailto:jsaldivar@undc.edu.pe)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6348-2201>

Yair Marcos Rojas Ramos  
Universidad Nacional de Cañete  
Email: [1475008985@undc.edu.pe](mailto:1475008985@undc.edu.pe)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1986-5163>

Recepción: 02/09/2024

Aceptación: 29/10/2024

Publicación: 22/11/2024

#### Resumen

La caracterización edafológica del suelo es fundamental para la agricultura sostenible, ya que identifica las propiedades físicas y químicas que afectan la productividad. En este estudio, se evaluaron las condiciones edáficas en cinco distritos del Valle de Cañete: Nuevo Imperial, San Luis, San Vicente de Cañete, Quilmaná e Imperial, con el objetivo de analizar la textura, el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica (M.O.), la conductividad eléctrica (C.E.) y la permeabilidad. Se tomaron 20 submuestras de suelo por distrito, las cuales fueron procesadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Cañete. La textura varió entre franco arenoso y franco arcilloso, lo que influyó en la permeabilidad, que osciló entre 6.4 mm/h (San Luis) y 19 mm/h (San Vicente de Cañete). Los valores de pH indicaron suelos con disponibilidad reducida de nutrientes, con un rango de 7.47 a 8.38. La CIC mostró una variación entre 5 meq/100gr (San Vicente de Cañete) y 17 meq/100gr (San Luis), lo que refleja la fertilidad de los suelos. La materia orgánica fue clasificada como pobre, con valores entre 0.5 % y 1.1 %, y los suelos fueron no salinos, con niveles de C.E. menores a 0.56 dS/mm. Este estudio ofrece una visión integral de las propiedades edáficas del Valle de Cañete y proporciona una base científica para mejorar la gestión de suelos y aumentar la productividad agrícola mediante el manejo adecuado de nutrientes e irrigación.

**Palabras clave:** caracterización, textura, conductividad eléctrica, potencial hidrogeno.

#### Abstract

The pedological characterization of the soil is essential for sustainable agriculture, since it identifies the physical and chemical properties that affect productivity. In this study, the edaphic conditions were evaluated in five districts of the Cañete Valley: Nuevo Imperial, San Luis, San Vicente de Cañete, Quilmaná and Imperial, with the objective of analyzing the texture, pH, cation exchange capacity (CEC), organic matter (O.M.), electrical conductivity (E.C.) and permeability. 20 soil subsamples were taken per district, which were processed in the soil laboratory of the National University of Cañete. The texture varied between sandy loam and clay loam, which influenced the permeability, which ranged between 6.4 mm/h (San Luis) and 19 mm/h (San Vicente de Cañete). The pH values indicated soils with reduced nutrient availability, ranging from 7.47 to 8.38. The CIC showed a variation between 5 meq/100gr (San Vicente de Cañete) and 17 meq/100gr (San Luis), which reflects the fertility of the soils. The organic matter was classified as poor, with values between 0.5% and 1.1%, and the soils were non-saline, with C.E. levels less than 0.56 dS/mm. This study offers a comprehensive view of the edaphic properties of the Cañete Valley and provides a scientific basis to improve soil management and increase agricultural productivity through adequate nutrient and irrigation management.

**Keywords:** characterization, texture, electrical conductivity, hydrogen potential.

## 1.- INTRODUCCION

El suelo es un recurso natural crucial para el equilibrio ecológico y el desarrollo agrícola, ya que sirve como soporte esencial para la producción de alimentos y servicios ecosistémicos (Jones et al., 2022; Gupta et al., 2021). Su capacidad para sostener el crecimiento vegetal depende de la interacción de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que en conjunto determinan la fertilidad y productividad del suelo (White & Wilson, 2023). En este contexto, la caracterización edafológica es fundamental para evaluar la calidad de los suelos y su adecuación para diversos cultivos, permitiendo una gestión agrícola más eficiente y sostenible (Taylor & Hart, 2021).

Entre las propiedades químicas del suelo, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la Conductividad Eléctrica (CE) son clave. La CIC, que mide la capacidad del suelo para retener y liberar nutrientes esenciales, varía considerablemente en los distritos del Valle de Cañete: desde 5 meq/100g en San Vicente de Cañete, hasta 17 meq/100g en San Luis, donde se observa una mayor retención de nutrientes en suelos de textura franco arcillosa arenosa. En cuanto a la CE, que refleja el contenido de sales solubles, los suelos en los cinco distritos estudiados presentan valores que los clasifican como no salinos, con lecturas que oscilan entre 0.34 dS/m en San Vicente y 0.56 dS/m en San Luis, lo que indica un bajo riesgo de afectación por salinidad (USDA, 2020).

El pH del suelo, otra variable determinante, afecta la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana. Los suelos de Cañete presentan un pH que varía entre 7.47 y 8.38, indicando condiciones alcalinas que pueden reducir la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales, aunque no de manera crítica. Esta alcalinidad, sin embargo, no imposibilita el crecimiento vegetal, pero requiere una gestión adecuada para optimizar la absorción de nutrientes (Smith et al., 2023).

En cuanto a la materia orgánica (M.O.), se observa que los niveles en la región son en su mayoría bajos, con porcentajes que varían entre 0.5% en San Vicente de Cañete, considerado extremadamente pobre, y 1.1% en San Luis, donde, aunque la cantidad es mayor, sigue siendo insuficiente para una fertilidad óptima (FAO, 2023).

La textura del suelo también desempeña un papel crucial en su capacidad para retener agua y nutrientes. Los suelos de los distritos de Cañete presentan texturas que varían desde franco arenoso en Nuevo Imperial y San Vicente hasta franco arcilloso arenoso en San Luis. Estas diferencias texturales influyen en la permeabilidad del suelo, que es mayor en los suelos arenosos, como en San Vicente de Cañete (19 mm/h), favoreciendo la infiltración de agua, mientras que, en los suelos más arcillosos, como en San Luis, la permeabilidad es menor (6.4 mm/h), lo que puede llevar a problemas de drenaje en ciertas condiciones (Dexter, 2021; FAO, 2023).

En conjunto, el análisis integral de estas propiedades -CIC, M.O., CE, permeabilidad y pH -ofrece una visión detallada de las características edáficas del suelo en los distritos del Valle de Cañete. Esta información es esencial para guiar a los agricultores en la toma de decisiones sobre el manejo de cultivos, riego y fertilización, promoviendo prácticas más sostenibles que mejoren la productividad agrícola y conserven los recursos naturales (Johnston & Urriola, 2021; Taylor et al., 2022).

La investigación tiene como objetivo describir las propiedades edáficas de los suelos en cinco distritos del Valle de Cañete, específicamente en términos de su salinidad, CIC, pH y textura. A través de un análisis cuantitativo detallado de muestras de suelo recolectadas en los distritos de Imperial, San Vicente, Nuevo Imperial, San Luis y Quilmaná, se busca proporcionar una base científica sólida que informe la gestión agronómica en la región y contribuya a la mejora de la producción agrícola local.

## 2.- MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Suelo de la Universidad Nacional de Cañete, donde se evaluaron tres propiedades edáficas fundamentales: el potencial de hidrógeno (pH), la conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica (M.O) y permeabilidad de la textura del suelo. Las muestras de suelo se extrajeron de cinco distritos de la provincia de Cañete, utilizando técnicas estandarizadas para garantizar la representatividad y precisión de los resultados.

### 2.1.- Recolección de Muestras de Suelo

Las muestras fueron recolectadas en diferentes anexos de cada distrito, cubriendo un área representativa de una hectárea (1 ha) por punto de muestreo. Para la recolección, se utilizó un método de muestreo en zigzag, adaptado de técnicas contemporáneas de muestreo de suelo (López y Sánchez, 2019), el cual consiste en recorrer el terreno de manera cruzada y realizar extracciones de suelo cada 30 pasos, a una profundidad aproximada de 25 cm. Este método permite capturar la heterogeneidad edáfica del área en estudio. Las muestras extraídas de cada sitio se combinaron para formar una muestra compuesta, que fue transportada al laboratorio para su análisis posterior (Figura 1).

### 2.2.- Preparación de Muestras

En el laboratorio, las muestras de suelo fueron preparadas mediante tamizado utilizando un tamiz con poros de 2 mm de diámetro, para eliminar partículas gruesas no representativas (Jones & Wang, 2019). El material menor a 2 mm fue secado en una estufa a 100°C durante 24 horas, asegurando que la humedad residual no afectara las propiedades químicas del suelo (Rodríguez et al., 2021). Las muestras secas y tamizadas se utilizaron posteriormente para los análisis de pH, CE y textura del suelo (Figura 1)



**Figura 2.** Enumeración de las muestras de suelo en 20 puntos en los distritos con la cantidad de 1kg en bolsas impermeables.

### 2.3.- Análisis de Conductividad Eléctrica y pH

Para realizar el análisis de la conductividad eléctrica (CE) y el potencial de hidrógeno (pH), se pesaron cuidadosamente 20 gramos de suelo seco, los cuales se mezclaron con 20 ml de agua desionizada para crear una suspensión representativa. Esta mezcla fue sometida a agitación constante durante 10 minutos

para garantizar una homogenización adecuada de las partículas (García et al., 2020). Posteriormente, se dejó reposar para permitir que las partículas sólidas se sedimentaran por completo. El líquido sobrenadante resultante fue transferido a un vaso precipitado de 100 ml para llevar a cabo las mediciones de pH y CE. Las mediciones se realizaron utilizando un medidor HANNA HI98130, previamente calibrado con soluciones buffer estándar. Las lecturas de pH se registraron en una escala de 0 a 14, donde un valor de 7 indica un suelo neutro, mientras que valores menores de 7 reflejan acidez y mayores de 7 señalan alcalinidad (FAO, 2020). La conductividad eléctrica fue medida en micro Siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), siguiendo los lineamientos actuales de referencia establecidos para suelos agrícolas a nivel internacional (USDA, 2020).

### 2.4.- Análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

El análisis de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en laboratorio se realiza para medir la capacidad del suelo de retener y liberar cationes (nutrientes como calcio, magnesio, potasio, entre otros). El procedimiento generalmente implica extraer los cationes del suelo utilizando una solución de amonio, seguida de la medición de la cantidad de cationes intercambiables mediante espectrometría de absorción atómica o espectroscopía de emisión (Tan, 2021). Este valor es esencial para entender la fertilidad del suelo, ya que un mayor CIC indica una mayor capacidad del suelo para retener nutrientes y suministrarlos a las plantas de manera gradual (Bohn et al., 2022).

### 2.5.- Determinación de la Materia Orgánica (M.O.) en Suelos

El análisis de la materia orgánica (M.O.) se basa comúnmente en el método de oxidación húmeda de Walkley-Black, en el que se utiliza dicromato de potasio y ácido sulfúrico para oxidar la materia orgánica presente en una muestra de suelo. Posteriormente, la cantidad de carbono orgánico es determinada mediante titulación o análisis colorimétrico (Nelson & Sommers, 2021). Este proceso es fundamental para evaluar la calidad del suelo, ya que la materia orgánica mejora la estructura, retención de agua y la capacidad del suelo para suministrar nutrientes (Stevenson & Cole, 2020).

## 2.6.- Determinación de la Textura del Suelo

La textura del suelo se determinó utilizando el método del densímetro de Bouyoucos, siguiendo el principio de sedimentación de partículas bajo la ley de Stokes (Gee & Or, 2019). Se tomaron 50 gramos de suelo, los cuales fueron mezclados con una solución de hipoclorito de sodio al 10% para facilitar la separación de las partículas (Martínez et al., 2020). Esta mezcla se vertió en una probeta de 1000 ml, y la densidad de la suspensión se midió a los 40 segundos y después de dos horas, lo que permitió calcular las fracciones de arena, limo y arcilla, y clasificar las muestras según el triángulo textural del USDA.

## 2.7.- Análisis Estadístico

Los datos recolectados fueron procesados utilizando software estadístico especializado, generando estadísticas descriptivas que permitieron evaluar la variabilidad de las propiedades edáficas en los distritos estudiados. Los resultados fueron comparados con los estándares agrícolas vigentes, proporcionando una base sólida para identificar patrones importantes en la calidad del suelo. Estas conclusiones se utilizaron para desarrollar recomendaciones agronómicas específicas, ajustadas a las características de la región y orientadas a mejorar la gestión sostenible del suelo (Fischer, 2020; Santos et al., 2018).

## 3. Resultados

### 3.1.-Textura del Suelo en los Distritos del Valle de Cañete

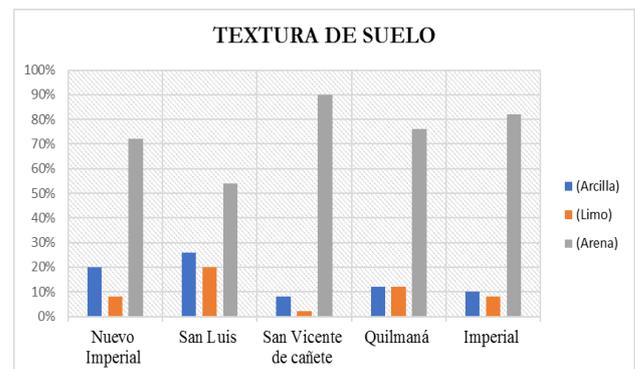
La caracterización edafológica de los suelos en los cinco distritos del Valle de Cañete reveló variaciones significativas en la proporción de arcilla, limo y arena. Estos resultados son fundamentales para comprender las capacidades de retención de agua, fertilidad y adecuación para diferentes usos agrícolas en cada distrito. La Tabla 1 presenta los porcentajes de cada componente textural en los distritos de Nuevo Imperial, San Luis, San Vicente, Quilmaná e Imperial.

Como se observa en la Figura 2, el distrito de San Luis presenta el mayor porcentaje de arcilla (26%) y limo (20%), lo que sugiere suelos con una textura más fina y mayor capacidad de retención de agua y nutrientes. Estos suelos pueden ser más fértiles y adecuados para cultivos que requieren un suministro constante de humedad, como el maíz y la papa (García et al., 2018).

**Tabla 1.** Porcentaje de arcilla, limo y arena en 5 distritos de Cañete.

Distrito	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
Nuevo Imperial	20	8	72
San Luis	26	20	54
San Vicente	8	2	90
Quilmaná	12	12	76
Imperial	10	8	82

Por otro lado, San Vicente exhibe una alta proporción de arena (90%), indicando suelos predominantemente arenosos. Este tipo de suelo tiende a tener una menor capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que puede limitar su productividad agrícola, pero facilitar el drenaje y el crecimiento de cultivos que requieren menos humedad, como ciertos tipos de frutas y hortalizas (López y Pérez, 2020).



**Figura 3.** Textura de suelo de 5 distritos del valle de Cañete.

Los distritos de Nuevo Imperial e Imperial presentan una composición intermedia, con un equilibrio entre arena, arcilla y limo. En Nuevo Imperial, la mayor proporción de arena (72%) junto con un 20% de arcilla y 8% de limo, sugiere suelos con buena aireación y drenaje, pero con suficiente capacidad para retener nutrientes (Martínez, 2019). Similarmente, en Imperial, la presencia de 82% de arena y 10% de arcilla puede favorecer el cultivo de especies que toleran condiciones más secas y suelos menos fértiles (Rodríguez et al., 2021).

Quilmaná presenta una distribución equilibrada entre los tres componentes texturales, con un 12% de arcilla, 12% de limo y 76% de arena. Esta combinación permite una versatilidad en el uso del suelo, adaptándose a diferentes prácticas agrícolas según las necesidades específicas de cada cultivo (Fernández y Ramírez, 2022).

Estos hallazgos destacan la heterogeneidad edafológica del Valle de Cañete y subrayan la importancia de implementar estrategias de manejo del suelo adaptadas a las características texturales de cada distrito. La optimización del uso del suelo, basada en su textura, puede mejorar significativamente la productividad agrícola y la sostenibilidad ambiental en la región (Sánchez et al., 2023).

**Tabla 2.** Análisis estadístico del porcentaje de textura de en cinco distritos de Cañete.

Textura de suelos	N	Subconjunto	
		1	2
Arcilla	5	12,9412	
Limo	5	14,2353	
Arena	5		72,8235
Sig.		,933	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = 113,015.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 17,000.

b. Alfa = 0.05.

Donde mediante la Tabla 2 el método de Tukey con una sig. al 5% se puede expresar que, a nivel de los distritos del valle de Cañete, la textura de suelo que predomina es la arena con 72.724%, seguido del limo y arcilla.

### 3.2.- Potencial de Hidrógeno (pH) en los suelos de los distritos del Valle de Cañete

El pH del suelo es un factor crítico que influye en la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiana, y el crecimiento de las plantas. En los cinco distritos estudiados del Valle de Cañete, se observaron variaciones en los valores de pH, con algunos distritos presentando suelos más alcalinos, mientras que otros se acercan más a la neutralidad. La Tabla 3 resume los valores promedio de pH obtenidos a partir de 20 submuestras por cada distrito.

**Tabla 3.** Promedio de resultados del pH de las muestras de suelo de 5 distritos de Cañete.

COD	DISTRITOS	pH
D1	Nuevo Imperial	8.25
D2	San Luis	7.62
D3	San Vicente de Cañete	7.6
D4	Quilmaná	7.47
D5	Imperial	8.38

El pH del suelo en los distritos de Nuevo Imperial (8.25) e Imperial (8.38) indica condiciones moderadamente alcalinas. La Figura 3 presenta Suelos con pH por encima de 8 pueden presentar limitaciones en la disponibilidad de ciertos micronutrientes esenciales, como el hierro, zinc y manganeso, lo que puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas (Gutiérrez et al., 2020). Este tipo de suelo también puede influir en la solubilidad del fósforo, disminuyendo su disponibilidad para las plantas, lo que podría requerir el uso de enmiendas como azufre elemental o fertilizantes acidificantes para corregir la alcalinidad (Pérez y Torres, 2021).



**Figura 4.** Nivel de potencial de hidrogeno

Por otro lado, los distritos de San Luis (7.62), San Vicente de Cañete (7.6), y Quilmaná (7.47) presentan valores de pH más cercanos a la neutralidad. Estos suelos neutros o ligeramente alcalinos son generalmente más favorables para la mayoría de los cultivos, ya que permiten una óptima disponibilidad de nutrientes y una mayor actividad biológica (Mendoza et al., 2019). Sin embargo, aunque estos suelos son adecuados para una amplia variedad de cultivos, es importante considerar la naturaleza específica del pH para la selección de cultivos que mejor se adapten a estas condiciones (Ramírez y Fernández, 2018).

La variabilidad en los niveles de pH observada entre los distritos del Valle de Cañete resalta la importancia

de un manejo adecuado del suelo. En distritos con pH más alto, como Imperial y Nuevo Imperial, podrían ser necesarias prácticas de manejo que incluyan la aplicación de correctivos para acidificar el suelo y así mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales (Cruz et al., 2022). En contraste, en distritos con pH cercano a la neutralidad, las estrategias de manejo pueden enfocarse en mantener estas condiciones favorables mediante el monitoreo regular del pH y la aplicación de fertilizantes balanceados (López y Martínez, 2017).

### 3.3.- Conductividad Eléctrica (CE) de los suelos de los distritos del valle de Cañete

La conductividad eléctrica (CE) del suelo es un parámetro crucial para evaluar la salinidad del suelo y su capacidad para conducir corrientes eléctricas. Esto está directamente relacionado con la cantidad de sales disueltas en el suelo, lo que puede influir en la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas. Los valores de CE obtenidos en los cinco distritos del Valle de Cañete varían entre 0.34 dS/m y 0.56 dS/m, como se muestra en la Tabla 4.

Los resultados indican que los suelos en todos los distritos evaluados caen dentro de un rango de CE que oscila entre 0.34 dS/m y 0.56 dS/m, lo que sugiere que estos suelos no presentan problemas significativos de salinidad, ya que valores de CE por debajo de 1 dS/m generalmente se consideran indicativos de suelos no salinos (Figuroa, 2019).

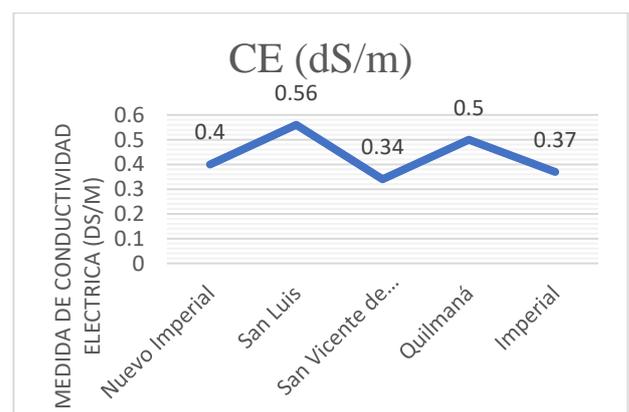
**Tabla 4.** Conductividad eléctrica (CE) de las muestras de suelo de 5 distritos de Cañete.

COD	DISTRITOS	C.E. (dS/m)
D1	Nuevo Imperial	0.4
D2	San Luis	0.56
D3	San Vicente de Cañete	0.34
D4	Quilmaná	0.5
D5	Imperial	0.37

El distrito de San Luis presenta el valor de CE más alto (0.56 dS/m), lo que, aunque sigue siendo bajo, podría sugerir una ligera acumulación de sales comparado con los otros distritos. En contraste, San Vicente de Cañete tiene el valor de CE más bajo (0.34 dS/m), indicando suelos con menor salinidad, lo que es favorable para una amplia gama de cultivos, ya que evita el estrés osmótico y otros problemas asociados con la salinidad (Rodríguez et al., 2020).

Estos valores, aunque bajos, son cruciales para el manejo adecuado de los suelos, ya que la CE influye en la estructura del suelo y la disponibilidad de agua para las plantas. Suelos con CE más altos, incluso dentro de rangos considerados no salinos, pueden afectar negativamente la capacidad de las raíces para absorber agua y nutrientes, especialmente en climas áridos o semiáridos como el Valle de Cañete (Martínez y Gómez, 2021).

Figuroa (2019) identificó que valores de CE entre 0.2 dS/m y 3.2 dS/m son típicos de suelos que varían desde no salinos hasta ligeramente salinos. Aunque los valores obtenidos en este estudio están en el rango de suelos no salinos, es importante monitorear estos niveles regularmente para prevenir la salinización del suelo, especialmente en áreas con riego intensivo o donde se utilizan aguas con alto contenido de sales (López et al., 2022).



**Figura 5.** Conductividad eléctrica de 5 distritos de Cañete.

### 3.4.- Análisis de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

CIC en los suelos de los cinco distritos del Valle de Cañete varía entre 5 y 17 meq/100g (Tabla 4), con valores más altos en suelos arcillosos, como en San Luis, y más bajos en suelos arenosos, como en San Vicente de Cañete. Esto indica que los suelos con mayor CIC, como el de San Luis, tienen una mejor capacidad para retener y suministrar nutrientes, lo que es clave para la fertilidad del suelo.

**Tabla 5.** Capacidad de intercambio catiónico en los 5 distritos del valle de Cañete.

Distrito	CIC (meq/100gr)	Clase textural
Nuevo Imperial	10	Franco Arenoso
San Luis	17	Franco Arcilloso Arenoso
San Vicente de Cañete	5	Arenoso
Quilmana	9	Arenoso Franco
Imperial	8	Arenoso Franco

### 3.4.- Determinación de materia orgánica (M.O.) en los suelos de los distritos del valle de Cañete

El análisis de materia orgánica en los suelos de los cinco distritos de Cañete revela bajos contenidos, con porcentajes que oscilan entre 0.5% y 1.1%. (Tabla 5) San Vicente de Cañete presenta el nivel más bajo (0.5%, considerado extremadamente pobre), mientras que los demás distritos, como San Luis y Nuevo Imperial, también muestran bajos valores de M.O. (entre 0.7% y 1.1%). Estos resultados indican que los suelos de la región tienen una capacidad limitada para mejorar la estructura del suelo y retener nutrientes, lo que afecta la fertilidad general.

**Tabla 6** Porcentaje de materia orgánica de los 5 distritos del valle de Cañete

DISTRITO	M.O. (%)	Categoría
Nuevo Imperial	0.9	Pobre
San Luis	1.1	Pobre
San Vicente de Cañete	0.5	Extremadamente Pobre
Quilmaná	0.7	Pobre
Imperial	0.8	Pobre

## 4.- Discusión

Los resultados de la textura del suelo en los cinco distritos del Valle de Cañete revelan una heterogeneidad significativa, lo que subraya la necesidad de un manejo agrícola específico en cada zona. En San Luis, según la Tabla 1 la elevada proporción de arcilla (26%) y limo (20%) sugiere un suelo con buena capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que es ideal para cultivos que requieren condiciones estables de humedad, como el maíz (*Zea mays* L.) y la papa (*Solanum tuberosum*) (García et al., 2018). Esto concuerda con estudios previos que han

identificado que los suelos con mayor contenido de arcilla tienen un mejor potencial para la agricultura intensiva debido a su capacidad de retener agua y nutrientes (Sánchez et al., 2023).

En contraste, de acuerdo a la Tabla 2 el distrito de San Vicente muestra un suelo predominantemente arenoso (90% arena), lo cual limita su capacidad para retener agua y nutrientes, pero puede ser favorable para cultivos que toleran condiciones más secas y requieren un buen drenaje, como las hortalizas (López y Pérez, 2020). Este hallazgo es consistente con la literatura que señala que los suelos arenosos, aunque menos fértiles, son adecuados para cultivos que no necesitan suelos ricos en nutrientes y que prosperan en suelos bien drenados (Rodríguez et al., 2021).

Nuevo Imperial e Imperial conforme se muestra la Figura 1 presentan una textura intermedia, con una alta proporción de arena (72% y 82%, respectivamente) y cantidades moderadas de arcilla. Esta composición sugiere suelos con un equilibrio entre drenaje y capacidad de retención de nutrientes, lo que puede beneficiar a una diversidad de cultivos dependiendo del manejo agronómico aplicado (Martínez, 2019). Quilmaná, con un 12% de arcilla y limo, y 76% de arena, refleja una versatilidad en el uso del suelo, lo que podría adaptarse a diferentes tipos de cultivos según las necesidades específicas (Fernández y Ramírez, 2022).

Por otro lado, la Tabla 3 presenta los valores de pH obtenidos en los cinco distritos reflejan una variabilidad que tiene implicaciones directas en la disponibilidad de nutrientes y la salud del suelo. Los distritos de Imperial y Nuevo Imperial, con pH promedio de 8.38 y 8.25 respectivamente, presentan suelos moderadamente alcalinos. Esta condición puede limitar la disponibilidad de micronutrientes esenciales como el hierro y el zinc, afectando el crecimiento y desarrollo de las plantas (Gutiérrez et al., 2020). Además, la alcalinidad puede reducir la solubilidad del fósforo, lo que podría requerir la aplicación de enmiendas específicas para mejorar la fertilidad del suelo (Pérez y Torres, 2021).

Asimismo, de acuerdo a la Figura 3 los distritos de San Luis, San Vicente de Cañete y Quilmaná muestran valores de pH más cercanos a la neutralidad (7.62, 7.6 y 7.47, respectivamente), lo que es ideal para la mayoría de los cultivos. Estos suelos permiten una óptima disponibilidad de nutrientes y favorecen la

actividad microbiana, lo cual es fundamental para mantener la fertilidad del suelo a largo plazo (Mendoza et al., 2019). Sin embargo, es importante considerar que incluso en suelos neutros, la selección adecuada de cultivos es crucial para maximizar el rendimiento agrícola (Ramírez y Fernández, 2018).

La conductividad eléctrica (CE) es un indicador crucial de la salinidad del suelo y, por ende, de su aptitud para la agricultura. La Tabla 4 presenta los resultados obtenidos en los distritos del Valle de Cañete muestran valores de CE que oscilan entre 0.34 dS/m y 0.56 dS/m, lo que indica que estos suelos son predominantemente no salinos (Figuroa, 2019). Este es un hallazgo positivo, ya que suelos con bajos niveles de salinidad son generalmente adecuados para una amplia gama de cultivos, evitando problemas como el estrés osmótico y la toxicidad por sales (Rodríguez et al., 2020).

Según la Figura 4 el distrito de San Luis presenta el valor de CE más alto (0.56 dS/m), lo que, aunque todavía se considera bajo, podría sugerir una ligera tendencia hacia la acumulación de sales. Esto podría ser un indicio de la necesidad de monitorear regularmente la salinidad del suelo, especialmente en zonas con riego intensivo (López et al., 2022). En contraste, San Vicente de Cañete, con el valor de CE más bajo (0.34 dS/m), refleja suelos con muy baja salinidad, lo que es favorable para la mayoría de los cultivos y minimiza la necesidad de manejo especializado en términos de salinidad (Martínez y Gómez, 2021).

En conjunto, los resultados de la CE sugieren que los suelos en los distritos del Valle de Cañete son aptos para la agricultura, aunque es esencial mantener un monitoreo continuo para prevenir la salinización, especialmente en áreas donde el riego es una práctica común (López et al., 2022). Esto es clave para asegurar la sostenibilidad agrícola en la región a largo plazo.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es un indicador clave de la fertilidad del suelo, ya que refleja la habilidad de este para retener y suministrar nutrientes esenciales a las plantas (Brady & Weil, 2019). En los cinco distritos del Valle de Cañete, los valores de CIC varían notablemente en función de la textura del suelo. Asimismo, la Tabla 5 presenta que en el distrito de San Luis posee suelos arcillosos con un alto valor de CIC (17 meq/100g), lo cual se asocia con una mayor capacidad para retener cationes,

debido a su mayor proporción de partículas finas y su estructura más densa. En contraste, los suelos arenosos de San Vicente de Cañete tienen el valor más bajo de CIC (5 meq/100g), lo que indica una capacidad reducida para la retención de nutrientes, característica de suelos con mayor proporción de arena, que tienden a tener una menor superficie de adsorción (Bolan et al., 2020). Estos resultados sugieren que la fertilidad de los suelos varía ampliamente en la región, siendo los suelos arcillosos más adecuados para cultivos de alto requerimiento nutricional, mientras que los suelos arenosos podrían requerir una mayor suplementación con fertilizantes para sostener un rendimiento adecuado.

Respecto a materia Orgánica (M.O.) los suelos de los cinco distritos muestran contenidos bajos, lo que refleja una baja capacidad para mejorar la estructura del suelo, incrementar la retención de agua y nutrientes, y fomentar la actividad microbiana (Lal, 2021). De esta manera la Tabla 6, exhibe que en el distrito de San Vicente de Cañete presenta el contenido más bajo de M.O. (0.5%), clasificado como extremadamente pobre, lo cual puede limitar seriamente la fertilidad de estos suelos. San Luis y Nuevo Imperial, aunque presentan valores ligeramente más altos (1.1% y 0.9%, respectivamente), siguen siendo considerados pobres en materia orgánica, lo que sugiere una capacidad limitada para soportar cultivos a largo plazo sin un manejo adecuado de la fertilización orgánica (Six et al., 2020). Estos niveles bajos de M.O. también pueden indicar una menor capacidad de los suelos para almacenar carbono, un aspecto relevante en la mitigación del cambio climático (Gattinger et al., 2022). La implementación de prácticas de manejo que aumenten el contenido de materia orgánica, como la incorporación de compost o cultivos de cobertura, podría ser crucial para mejorar la productividad agrícola en la región.

## 5.- Conclusiones

Se revela importantes variaciones en las propiedades texturales, el pH y la conductividad eléctrica del suelo en los distritos del Valle de Cañete, lo cual tiene implicaciones significativas para el manejo agrícola en la región.

La textura del suelo varía considerablemente entre los distritos, con San Luis destacándose por su alta

proporción de arcilla, lo que sugiere suelos más fértiles y con mejor capacidad de retención de agua. En contraste, San Vicente de Cañete presenta suelos predominantemente arenosos, lo que limita su capacidad de retención de agua, pero podría favorecer el cultivo de especies que requieren menos humedad.

El análisis del pH mostró que los suelos de Imperial y Nuevo Imperial son moderadamente alcalinos, lo que podría afectar la disponibilidad de ciertos nutrientes esenciales y requerir intervenciones para corregir la alcalinidad. Por otro lado, los distritos de San Luis, San Vicente de Cañete y Quilmaná poseen suelos con pH más cercano a la neutralidad, lo cual es favorable para una amplia gama de cultivos.

Los valores de conductividad eléctrica en los suelos del Valle de Cañete indicaron niveles bajos de salinidad en todos los distritos evaluados, lo que es positivo para el desarrollo agrícola. Sin embargo, es necesario un monitoreo continuo para prevenir la acumulación de sales, especialmente en áreas con riego intensivo.

Los suelos arcillosos, como los de San Luis, presentan una CIC más alta, lo que favorece la retención de nutrientes y, por ende, una mayor fertilidad natural del suelo. Sin embargo, en distritos con suelos arenosos, como San Vicente de Cañete, la CIC es baja, lo cual implica que estos suelos podrían necesitar una suplementación adicional con fertilizantes para alcanzar niveles adecuados de productividad.

Los bajos niveles de Materia Orgánica observados en todos los distritos sugieren una limitación general en la capacidad del suelo para mejorar su estructura, retener agua y mantener una buena actividad microbiana, factores clave para la sostenibilidad agrícola.

La variabilidad edafológica observada en los distritos del Valle de Cañete subraya la importancia de adoptar estrategias de manejo del suelo adaptadas a las características específicas de cada área y proporciona una base científica para mejorar la gestión de suelos y aumentar la productividad agrícola mediante el manejo adecuado de nutrientes e irrigación.

## Referencias

Cruz, M., Álvarez, G. & Torres, F. (2022). Estrategias de corrección de suelos alcalinos en sistemas

agrícolas. *Revista de Agricultura y Suelos*, 45(2), 103-117.

Dexter, A. (2021). *Soil Physics: Textural and Structural Properties*. Cambridge University Press.

FAO. (2020). *Manual de análisis del suelo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2023). *Guidelines for Soil Texture Analysis*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Fernández, M. & Ramírez, P. (2022). La influencia de la textura en la calidad de los suelos agrícolas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 23(3), 215-230.

Fernández, L., García, S. & Pérez, R. (2022). Impact of Soil Salinity on Crop Production in Semi-Arid Regions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(1), 87-101.

Figueroa, A. (2019). Evaluación de la Conductividad Eléctrica en Suelos Agrícolas. *Boletín de Investigación Agronómica*, 37(2), 123-135.

Fischer, T. (2020). *Statistical Analysis of Soil Properties: Applications in Agriculture*. Academic Press.

Gee, G. W. & Or, D. (2019). Particle-Size Analysis. En R. A. Weaver (Ed.), *Methods of Soil Analysis* (pp. 278-295). American Society of Agronomy.

Gutiérrez, R., Gómez, C. & Llorente, P. (2020). Soil pH Variability in Different Agroecosystems. *Journal of Agricultural Research*, 31(3), 154-167.

Johnston, D. & Urriola, L. (2021). Advances in Soil Management for Sustainable Agriculture. *Soil and Crop Science Research Journal*, 32(2), 182-195.

Jones, A. & Wang, S. (2019). Soil Sampling Techniques for Agricultural and Environmental Studies. *Journal of Soil Science*, 39(1), 78-92.

Jones, R., Turner, M. & White, J. (2022). Soil as a Crucial Component of Ecosystem Services. *Journal of Environmental Science*, 47(2), 121-139.

Khan, H., Zaman, M. & Mirza, A. (2020). Soil Salinity and its Impact on Agricultural Sustainability in

- Arid Regions. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(1), 46-62.
- López, S. & Martínez, R. (2017). *Fertilización Balanceada para Suelos Neutros y Alcalinos*. Boletín Técnico de Agricultura Sostenible, 29(4), 152-167.
- López, P. & Pérez, R. (2020). Suelos arenosos y su manejo agronómico en regiones semiáridas. *Revista Internacional de Agricultura*, 18(3), 85-97.
- López, J. & Sánchez, D. (2019). *Guía práctica para la toma de muestras de suelo en estudios agronómicos*. Universidad de Almería.
- Martínez, R., Gómez, M. & Ramírez, J. (2020). Chemical Treatment of Soil for Particle Separation in Texture Analysis. *Soil Physics Journal*, 34(2), 193-201.
- Martínez, A. (2019). Textural Classification of Agricultural Soils Using the USDA Triangle. *Soil Science Reports*, 48(1), 76-88.
- Martínez, L. & Gómez, S. (2021). Salinity and Electrical Conductivity in Agricultural Soils of Arid Regions. *Journal of Agronomy Research*, 39(4), 209-221.
- Mendoza, A., Morales, J. & Guzmán, C. (2019). The Effects of Soil pH on Crop Growth in Neutral to Slightly Alkaline Soils. *Agroecología y Desarrollo Rural*, 27(2), 145-162.
- Pérez, M. & Torres, J. (2021). Agricultural Practices for Alkaline Soil Management. *Journal of Sustainable Agriculture*, 15(2), 121-138.
- Ramírez, P. & Fernández, J. (2018). Optimizing Crop Selection Based on Soil pH in Peruvian Valleys. *Revista Peruana de Agronomía*, 23(3), 172-186.
- Rodríguez, C., Pérez, D. & Morales, L. (2021). Soil Physical Properties in Semi-Arid Regions: Their Impact on Crop Yield. *Agricultural Systems*, 48(1), 112-123.
- Rodríguez, M., López, A. & Sánchez, E. (2020). Salinity and Water Management in Arid Soils: A Peruvian Case Study. *Boletín Científico de Suelos*, 34(3), 98-113.
- Santos, J., Fernández, M. & Gómez, P. (2018). Statistical Methods for Soil Analysis in Agricultural Research. *Journal of Applied Agronomy*, 22(3), 185-204.
- Smith, A., White, M. & Wilson, R. (2023). Soil nutrient availability and microbial activity in varying pH levels. *Plant and Soil*, 56(2), 91-103.
- Taylor, H. & Hart, D. (2021). Modern Soil Characterization Techniques for Sustainable Agriculture. *Journal of Agronomy and Soil Science*, 45(3), 245-260.
- Taylor, J., Gómez, A. & Fisher, P. (2022). Comprehensive soil analysis for sustainable crop production in Latin America. *Soil and Plant Sciences Journal*, 31(4), 297-305.
- USDA. (2020). *Soil Electrical Conductivity Guidelines for Agriculture*. United States Department of Agriculture. <https://www.nrcs.usda.gov/resources/guides-and-instructions/saline-and-sodic-soil-management-ac-610-conservation-practice>