



INGENIERÍAS



ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS, SANTUARIO HISTÓRICO BOSQUE POMAC . LAMBAYEQUE, PERÚ.

Eleazar M. Rufasto C.¹ (*), Jorge E. Agreda M.¹, Mervin O. Becerra S.¹, S. Joel Morales G.¹, Richard B. Becerra S.¹

Resumen

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de caracterizar los suelos del Santuario Histórico Bosque de Pomac, según sus propiedades físicas y químicas; con el propósito de identificar su grado de sostenibilidad como unidad de conservación natural. Encontrándose, que los horizontes son de clase textural predominante de media a gruesa, con profundidad agrologica mayor de 2 metros, a excepción de menos del 2% no supera los 2 metros, con valores de Relación de Adsorción de Sodio de 0.27 mínimo y un máximo de 81.29, el nivel de salinidad de los horizontes es de 58.82% no salino y la diferencia son horizontes que clasifican como salinos. El contenido de materia orgánica, mayoritariamente de los horizontes en todas las profundidades estudiadas el 63.24% es muy alta, y un 17.65% bajos o muy bajos contenidos de materia orgánica, especialmente de las zonas recuperadas de la actividad agrícola. Características que dan al área del santuario riesgo alto al proceso de salinización y sodificación de los suelos, que se suman a sus factores climáticos de temperatura y humedad.

Palabras claves:

Santuario histórico, algarrobo, propiedades físicas, propiedades químicas, perfil del suelo.

Abstract.

This research was developed with the aim to characterize the soils of Bosque de Pomac historical forest, according their physical and chemical properties; with the purpose to identify its degree of sustainability as a unit of natural conservation.

Finding, that the horizons are predominant textural class from medium to thick, with agrological depth, major of 2 meters, with the exception of less than 2 % it does not overcome 2 meters, with values of Sodium Adsorption Ratio of 0.27 minimum and to maximum of 81.29, the salinity level of horizons is 58.82 % non-saline and difference are horizons that are classified as saline.

The content of organic matter, for the most part of the horizons in all depths studied the 63.24% is very high, and 17.65 % low or very low contents of organic matter, specially of the zones recovered of the agricultural activity. Features that give to the area of the sanctuary high risk to the process of salinization and sodificación of the soils, which add to its climatic factors of temperature and moisture.

Key Words:

Historic Sanctuary, carob tree or locust tree, physical and chemical properties, soil profile.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades de los suelos, sea físicas o químicas tienen relación directa en las condiciones de las vegetaciones que cubren un suelo, caracterizarlas es de importancia tanto para la conducción como para la conservación de los suelos; el Santuario Histórico Bosque de Pomac (SHBP), se encontró que en el área de estudio existen 5 clases de bosques secos ecuatoriales, las clases de bosque denso y muy denso representan el 31.50 % del Santuario. Asimismo, 6 clases de suelos de muy buena calidad por contenido de materia orgánica, textura y su conductividad eléctrica y sin problemas de salinidad. Aguas superficiales de excelente calidad y aguas subterráneas que deben ser utilizadas con precaución por ser ligeramente salinas (Arias. 2014) En cuanto al paisaje Cuentas Romero (2015) en su estudio y análisis de la biodiversidad del SHBP, concluye que el paisaje evidencia una fuerte fragmentación, es decir hay quiebres en los ecosistemas que afectan los hábitats de las especies y por tanto frenan su crecimiento y desarrollo, por lo que se hace necesaria la presencia de indicadores ecológicos que puedan mejorar la situación, ya que con el tiempo puede terminar aislando ciertas zonas y dejar de formar el ecosistema que es actualmente (Cuentas 2015).

Los algarrobos, abarcan un amplio rango de distribución en cuanto a condiciones edáficas, encontrándose en gran variedad de suelos, arcillosos, arenosos, salinos, inundables y rocosos. Díaz, C en 1995, en su estudio denominado Los Algarrobos, cita a varios autores, que concluyen que los algarrobos se desarrollan bien en suelos pedregosos, rocosos, es decir en amplio rango que va desde poca profundidad efectiva hasta suelos profundos, es decir edafológicamente adversos para otras especies.(Díaz, C. 1995.)

Las propiedades físicas principales que influyen en la estructura del suelo son, la profundidad del espacio enraizable, el régimen de humedad (capacidad de agua útil, drenaje, etc.) y del aire (macroporosidad), son las principales causantes del cambio en la composición de la vegetación agroforestal (Lal, R. (2000).

Las pérdidas de carbono como parte de la MO del suelo tiene relación con la degradación que ocurre en las propiedades del suelo por la mineralización de la MO (sobre todo en los suelos tropicales), y también con el problema del cambio climático (Hernández *et al.*, 2006).

La relación Materia Orgánica (MO)-Densidad aparente (Da), en la ecuación $MO - Da = Estructura$, se ve favorecida

en la medida que los sistemas agroforestales tienen aportes anuales de hojarasca, exudados y biomasa radicular, suficiente para modificar algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mediante un incremento del contenido de materia orgánica en la superficie y en el subsuelo (Prause *et al.*, 2000).

La interacción de los procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en la capacidad propia de cada suelo a resistir alteraciones y/o reponerse al daño, es atributo específico de cada suelo conocido comúnmente como resiliencia (Blanco-Canqui y Lal, 2008).

El carbono orgánico (COS), es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica del suelo, y es el aportante principal; el COS se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados, ya sea de vegetales, animales y microorganismos, hasta las cadenas carbonadas transformadas y estables como son los ácidos húmicos. La cantidad de COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del suelo. Existen prácticas de manejo que generan un detrimento del COS en el tiempo, a la vez hay prácticas que favorecen su acumulación (Martínez *et al.* 2008).

El COS, es el balance entre la cantidad de material orgánico fresco incorporado al

suelo y Carbono que sale del suelo en forma de CO₂ hacia la atmósfera, la capacidad productiva de un suelo, la sustentabilidad de la mayoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, se ven afectadas por el COS. Las propiedades físicas, como la estructura del suelo, dentro de las químicas, la capacidad de intercambio Catiónico (CIC), la capacidad tampón. (Carter, 2002, Wander *et al.*, 2002 Acevedo y Martínez, 2003)

La estructura del suelo, el ordenamiento de las partículas individuales en partículas secundarias o agregados y el espacio poroso que llevan asociado, todo como resultado de interacciones físico-químicas entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica (Porta *et al.*, 1999). Por otro lado, se refiere al tamaño, forma y arreglo de partículas sólidas y poros, continuidad de poros y su capacidad para retener y transmitir fluidos y sustancias orgánicas e inorgánicas, así como la habilidad para garantizar el crecimiento y desarrollo de raíces (Lal, 1991).

La valoración de la estructura desde el punto de vista cuantitativo se puede hacer mediante, índices estructurales tales como: la densidad aparente, la porosidad total, la distribución de tamaños de poros y la consistencia, y a través de la evaluación de la estabilidad de los agregados. La estabilidad de la estructura

influencia directa e indirectamente otras propiedades físicas y químicas del suelo y puede ser usada como un indicador de la degradación de los suelos (Cerda, 2000). La cuantificación de los cambios que ocurren en la estructura del suelo (desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo) son el punto de partida en el estudio de los procesos de degradación física de los suelos y su control (Pagliai *et al.*, 2004). Un indicador del estado estructural del suelo es la estabilidad de los agregados (Mbagwu, 2004), si los agregados son inestables, frente a fuerzas externas como el impacto de gotas de lluvia, la acción de presiones mecánicas

externas, o internas como la fragmentación de agregados por explosión de aire atrapado por rápido humedecimiento e hinchamiento diferencial, se incrementa la degradación de los suelos e influye en el movimiento y retención de agua, erosión, sellado y encostrado, reciclaje de nutrientes y penetración de raíces (Bronick y Lal, 2004; Gabriels *et al.*, 1997).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los suelos del SHBP, según sus propiedades físicas y químicas, con el propósito de identificar su grado de sostenibilidad como unidad de conservación natural.

METODOLOGÍA

El Santuario Histórico Bosque de Pómac (SHBP), está ubicado en la región Lambayeque, en los distritos de Pitipo, Pacora, Illimo y Tucume. Fue creado el 01 de junio del 2001, mediante el Decreto Supremo N° 034 – 2001 – AG, con una extensión de 5 887.38 hectáreas; con el propósito de conservar la unidad paisajística-cultural que conforma el bosque de Pómac con el complejo arqueológico de Sicán; y proteger la mayor y más densa formación de Algarrobos del planeta. El santuario está atravesado por el río La Leche (rebautizado como Lerkanlaech) y está ubicado en la parte media del valle de este

río. En sus alrededores están asentadas poblaciones de origen muchik que aún conservan algunas tradiciones ancestrales. El Santuario protege el 0,2% del total del Desierto Pacífico Tropical. Además posee una gran diversidad biológica (especialmente aves, de las cuales muchas son endémicas), por lo que es un punto importante para los observadores de aves y visitantes en general (SERNANP).

Se ubica entre los 100 a 150 msnm, con lluvias que oscilan entre los meses de enero a marzo, temperatura media anual de 22.9°C, y con un nivel freático profundo mayor a los 10 metros, sus suelos son sedimentos fluviales y eólicos.

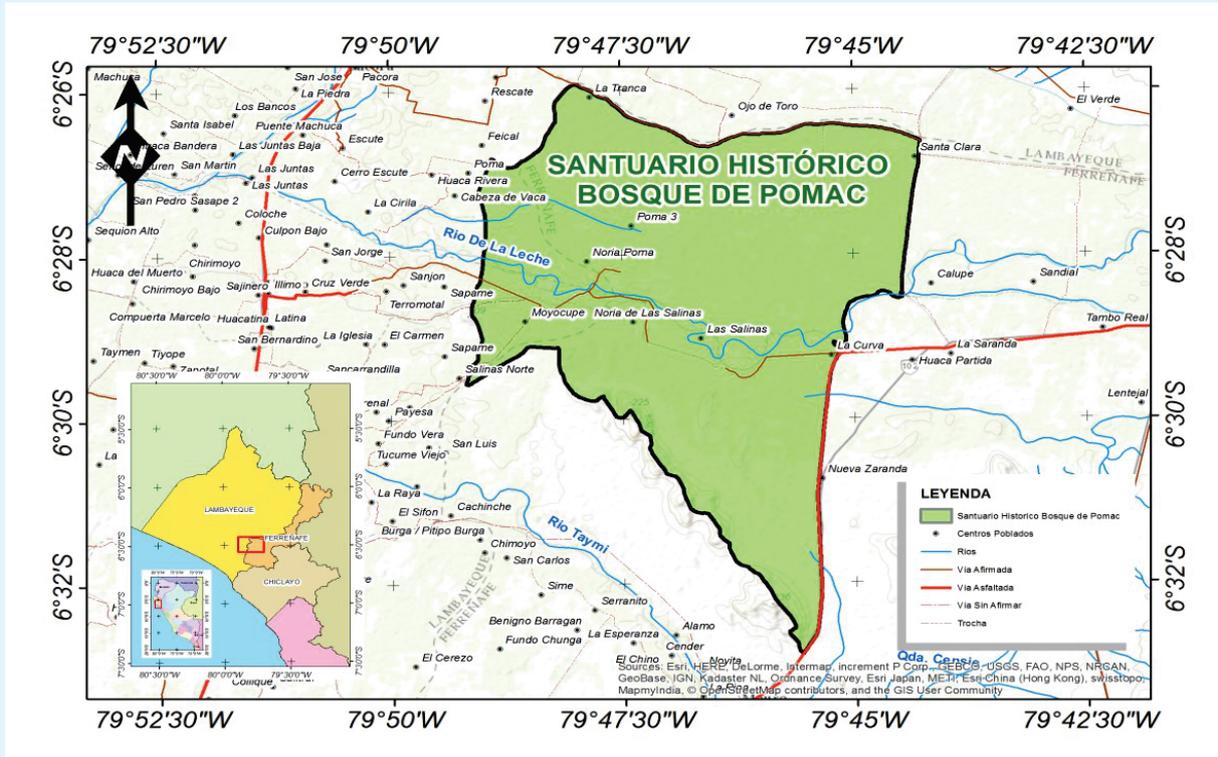


Figura 1. Mapa del Santuario Histórico Bosque de Pomac

Abarca las zonas de vida, *Desierto Superárido Tropical* y *Desierto Superárido Premontano Tropical*. Que

El estudio comprendió hasta la profundidad máxima de 2 metros, aperturándose 18 calicatas, ubicadas en forma aleatoria, pero se estratifico el área en función de la cobertura vegetal.

De cada calicata, se recolectaron muestras de suelo identificándose la profundidad y espesor de cada horizonte, las muestras fueron procesadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Se tomó en cuenta la

son dos de las tres zonas que comprende el *Desierto Pacifico Tropical*, que es donde se ubica.

densidad de la cobertura vegetal como se observa en la figura 2.

Los análisis a los que fueron sometidos las muestras de suelo fueron, medida de la conductividad eléctrica en extracto de saturación (CEe), pH, aniones y cationes solubles, capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes intercambiables, determinación de calcáreo, y se calculó el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), la relación de absorción de sodio (RAS),

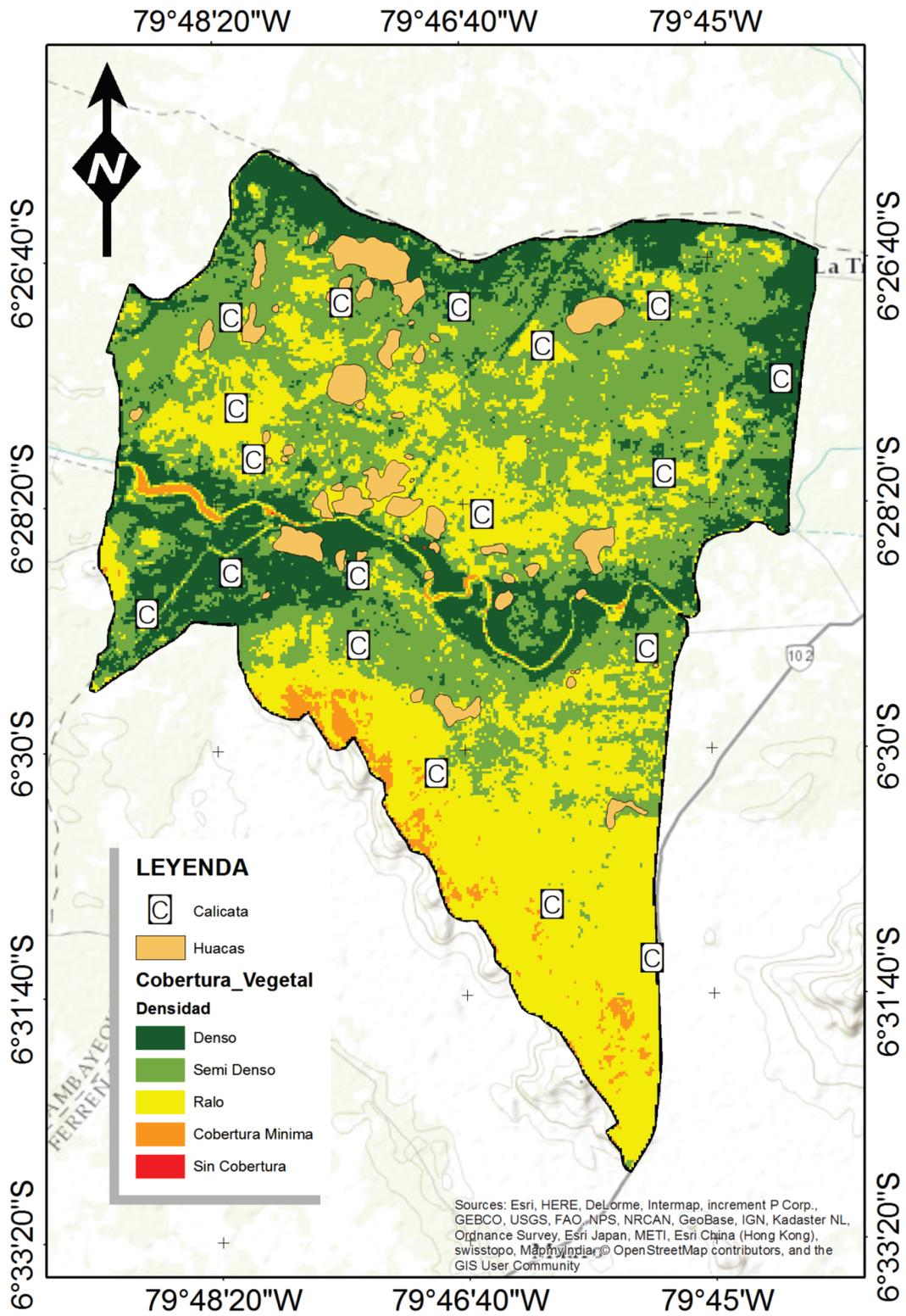


Figura 2. Ubicación de los Puntos Calicatas distribuidos en toda el área del Santuario Histórico Bosque de Pomac.

RESULTADOS

Los resultados encontrados de las propiedades físicas-químicas analizadas, en cuanto a las propiedades físicas, en textura se encontró nueve clases texturales, de ellas siete son suelos

francos, equivalente a 75% de las muestras, un 23% fue de clase arenosa, 1% arcillosa, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia de clases textuales de los horizontes.

Clase	f	F	h	H
FrAo	16	16	23,53	23,53
FrAr	12	28	17,65	41,18
AoFr	4	32	5,88	47,06
FrArLo	5	37	7,35	54,41
FrLo	2	39	2,94	57,35
FrArAo	10	49	14,71	72,06
Fr	2	51	2,94	75,00
Ar	1	52	1,47	76,47
Ao	16	68	23,53	100,00

En cuanto a la RAS, se ha encontrado un valor mínimo de 0.27, y su máximo de 81.29, clasificados en rangos de riesgo por el peligro de sodificación de los suelos según la tabla 2.

Tabla 2. Rangos de RAS

CLASE	MINIMO	MAXIMO	f	F	H	H
1	0	3,5	23	23	33,82	33,82
2	3,51	7	12	35	17,65	51,47
3	7,01	10	11	46	16,18	67,65
4	10,01	13	4	50	5,88	73,53
5	13,01	30	16	66	23,53	97,06
6	30,01	45	1	67	1,47	98,53
7	45,01	83	1	68	1,47	100,00
TOTAL			68			

La cantidad de horizontes clasificados según su nivel de salinidad, medido a través del extracto de saturación se reporta en el cuadro N 3.

Tabla 3. *Frecuencia de salinidad extracto saturación*

Frecuencia de salinidad extracto saturación		
No Salino	40	58.82%
Ligeramente Salino	12	17.65%
Medianamente Salino	13	19.12%
Fuertemente Salino	3	4.41%
TOTAL	68	100%

El contenido de M.O. del área de estudio, clasificado según la tabla 4.

Tabla 4. *Contenido de Materia Orgánica de los Horizontes*

L. MINIMO	L. MAXIMO	INTERPRETACION	f	F	h	H
0	0,9	Muy Bajo	5	5	7,35	7,35
1	1,9	Bajo	7	12	10,29	17,65
2	2,5	Normal	9	21	13,24	30,88
2,6	3,5	Alto	4	25	5,88	36,76
3,5	16,15	Muy Alto	43	68	63,24	100,00
TOTAL			68			100,00

El contenido de carbono orgánico de cada horizonte, se reporta en la tabla 5, y se puede ver claramente la contribución de los tipos de densidad de

cobertura vegetal, que tenga cada punto de investigación con el aporte de restos orgánicos a los horizontes.

Tabla 5. *Contenido de Carbono Orgánico en los Horizontes.*

L. MINIMO	L. MAXIMO	f	F	h	H
0	5	24	24	35,29	35,29
5,01	10	19	43	27,94	63,24
10,01	15	15	58	22,06	85,29
15,01	20	4	62	5,88	91,18
20,01	25	3	65	4,41	95,59
25,01	30	3	68	4,41	100,00
TOTAL		68			

DISCUSIÓN

De los resultados encontrados se puede concluir que los suelos del SHBP, explorados hasta los 2 metros de profundidad efectiva en la mayoría de las calicatas analizadas, con la excepción de dos de ellas que su profundidad efectiva son menor de los 2 metros, el 23.53% de los horizontes clasifican como arenosos (Ao), el 75% de los horizontes clasifican como suelos francos, que concuerda con el mapa geológico del Perú, que clasifica a esa zona como suelos de sedimentos fluviales y eólicos, y solo el 1.47%, equivalente a un horizonte es de textura arcillosa (fina), pero al relacionar esta propiedad física con el riesgo a sodificar, usando los valores de la RAS (tabla N°2), encontrados para cada horizonte, se puede observar que el 33.82% de los horizontes son de un riesgo bajo y un 17.65% son de riesgo ligero, que sumando ambos resultados dan a la zona un 51.47% de bajo riesgo a la sodificación, es decir con valores de la RAS menores a 7.0, pero el 48.53% de los horizontes son suelos de un mayor riesgo de sodificación, con valores que van desde 7 a su máximo valor encontrado de 81.29, este indicador de riesgo de degradación de los suelos por exceso de sodio en su fase intercambiable (fase solida), es indicador del alto riesgo que presenta el SHBP, por efecto de su condición de régimen de humedad y de

régimen de temperatura del suelo. De los horizontes de mayor riesgo de sodificación del total de calicatas exploradas, el 26.47% de los horizontes presentan alto riesgo de sodificarse por tener índices de RAS mayores a 13.

Al analizar los valores de la CEE, de cada horizonte (Tabla N°3), se puede evidenciar que el 58.82% de los horizontes clasifican como no salinos, el 17.65% como ligeramente salinos, el 19.12% como medianamente salinos y el 4.41% como fuertemente salinos, que confirma la fragilidad de la zona de estudio a los procesos ya sea naturales o antrópicos de salinización y sodificación a consecuencia de los factores climáticos que predominan en la zona.

Relacionando la información de CEE y de RAS, se observa que los horizontes que conforman el perfil agrologico hasta los 2 metros de profundidad en promedio un 50% tienen una alta tendencia a formar suelos salinos sódicos. Tendencia que es regulada por ser suelos de textura media predominantemente por los tipos de clase textural que predominan como son los suelos de textura media, y por qué, a la fecha se están implementando prácticas de protección.

El contenido de M.O. del SHBP, según el cuadro N° 4, tiene como característica que 63.24% clasifican de