

Caracterización de los suelos de la comunidad de Huayllati, Apurímac

Characterization of the soils of the community of Huayllati, Apurimac

Norma Aguirre-Quispe^A, Niki Franklin Flores-Pacheco^B, Salvador Quispe-Chipana^C y Maria Luisa Flores-Pacheco^D

ORCID:0009-0004-5131-703X^A, ORCID:0000-0002-2772-0951^B, ORCID:0000-0002-5509-9437^C y ORCID:0009-0004-7485-8875^D

(Recepción: 25/09/2023 y aceptación 10/10/2023)

Resumen— La investigación se realizó con el propósito de conocer las características químicas y físicas de los suelos. La metodología de investigación fue no experimental, de tipo descriptivo, de corte transversal con un enfoque cuantitativo. La población en estudio fueron los suelos de los sectores de Accahuaray, Topopampa y Padroma de la Comunidad de Huayllati, provincia de Grau, región Apurímac. La muestra fue tomada de manera aleatoria y estratificada y posteriormente analizadas en laboratorio. El resultado mostró que las características químicas y físicas de los suelos, muestran diferencias que nos llevo a la conclusión que el sector Padroma, tiene suelos con mejores características químicas y el sector Topopampa con mejores características físicas, superior a los otros sectores.

Palabras clave: Características, químicas, físicas, suelos, sectores

Abstract— The research was carried out with the purpose of knowing the chemical and physical characteristics of the soils. The research methodology was non-experimental, descriptive, cross-sectional with a quantitative approach. The study population was the soils of the Accahuaray, Topopampa and Padroma sectors of the Huayllati Community, Grau province, Apurimac region. The sample was taken in a random and stratified manner and subsequently analyzed in the laboratory. The result showed that the chemical and physical characteristics of the soils show differences that led us to the conclusion that the Padroma sector has soils with better chemical characteristics and the Topopampa sector with better physical characteristics, superior to the other sectors.

Keywords: Characteristics, chemical, physical, soils, sectors

- A. Norma Aguirre Quispe^A Ingeniero Agroecoloco Rural - Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac: aguin815@gmail.com
 B. Niki Franklin Flores Pacheco^B Ingeniero Agronomo - Docente del Departamento Académico de Ingeniería - Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac: nflores@unamba.edu.pe
 C. Salvador Quispe Chipana^C Ingeniero Agronomo - Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco: salvador.quispe@unsaac.edu.pe
 D. Maria Luisa Flores Pacheco^D Ingeniero Agronomo - Universidad Tecnológica de los Andes: marialuisaflorespacheco7@gmail.com

1 INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso muy importante en la producción de alimentos, en la generación de riqueza y bienestar. Para lograr el uso sostenible es importante conocer sus características químicas, físicas y entre otros factores que influyen en su conservación y uso.

El uso de los suelos, sin un análisis físico-químico y descuidando prácticas agrícolas de conservación genera erosión, sobrepastoreo y acelera la pérdida de su capacidad productiva. Por lo tanto, el suelo es primordial para el desarrollo social y económico de la Comunidad de Huayllati, este recurso asegura en gran parte la producción de alimentos de origen pecuario y agrícola

que son necesarios para la alimentación y el bienestar.

El estudio tuvo el propósito conocer las características químicas y físicas de los suelos. Porque es fundamental conocer las características para realizar programas de planificación para el uso adecuado, implementando programas de abonamiento y recuperación que asegure una producción de alimentos adecuada para la comunidad.

En el estudio se observó que gran parte de los agricultores han perdido o no practican las técnicas de manejo apropiado de los suelos y que es necesario poner en valor. Por tal motivo para iniciar un proceso de recuperación de los suelos es importante conocer las características en los tres sectores Padroma, Topopampa y Accahuaray. Nuestro estudio se fundamenta en las

investigaciones realizadas por varios investigadores, que detallamos a continuación:

Maldonado [1], realizó el estudio que tuvo como objetivo determinar la aptitud de uso del suelo en Karhuiza, La Paz. La metodología que utilizó en la investigación fue de tipo descriptivo, no experimental. Los resultados en las características físicas que obtuvo a través del análisis de los perfiles, donde observó suelos superficiales, con textura franco-limoso, franco, arcillosos y arenosos, con estructura granular y permeabilidad adecuada. Las características químicas observadas fueron suelos con un pH con intervalos de 4,07 a 6,85 es decir suelos ácidos muy cercanos a neutro; sales con intervalos de 0,85 a 5,37 (dS/m), suelos moderadamente salinos; CIC con intervalos de 7,72 a 61,78 cmol (+)/kg-1; grado de saturación de bases con intervalos de 5,63 a 96,7%. Concluyó que los suelos son superficiales, con bajos niveles de fertilidad natural, con problemas acidez y variabilidad textural.

Gomez [2], realizó el estudio que tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente, taxonómicamente, física y químicamente los suelos en la parroquia El Cambio, de El Oro. La metodología de la investigación fue descriptiva no experimental. Obtuvo los resultados, en las características químicas: Suelos con pH con intervalos de 7,01 a 8,95, capacidad de intercambio catiónico (CIC) con intervalos 21,6 a 52,2 meq/100g; Conductividad eléctrica (CE) con promedios de 0,14 dS m-1 y materia orgánica (MO) con intervalos de 0,02% - 2,55%. Las características físicas de los suelos, con densidad aparente en promedio de 1,5 g cm-3 y texturas: franco-arenoso, franco-arcilloso, franco-limoso, franco-arenoso. Llegando a la conclusión que los suelos son cercanos a la neutralidad, suelos con texturas gruesas y contenido de arcillas, con problemas de salinidad, bajos niveles de materia orgánica, con cierto grado de compactación y variabilidad de texturas.

Vivas [3], realizó el estudio que tuvo como objetivo: caracterizar y evaluar la fertilidad de los suelos en el valle de Chira-Piura. La metodología de investigación utilizada fue descriptiva y no experimental. Los resultados en las características químicas: Suelos con pH con intervalos de 7,02 a 8,04; conductividad eléctrica (CE) con intervalos de 0,37 a 0,67dS/m; materia orgánica (MO) con intervalos de 0,92 a 2,2%. Nitrógeno con intervalos bajos a medios; Fosforo con intervalos de 3,7 a 19,7ppm, Potasio con intervalos 122 a 250ppm, capacidad de intercambio catiónico (CIC) con intervalos de 12,3 a 25,8 meq/100 g; carbonatos con valores menores a 1,1 %. La clase textural, son suelos francos, francos-limosos,

franco-arcillo-limosos y franco-arcillo-arenosos: Concluyó que la mayoría de suelos son cercanos a la neutralidad, con menores riesgos de daños por exceso de sales. macroelementos químicos bajos a medios, clases texturales francos con variantes a arcillosos y arenosos, nivel bajo de fertilidad; con aptitud para el cultivar bananos. El estudio realiza la conceptualización de las variables evaluadas.

Características fisicoquímicas del suelo

Textura. - Es el contenido de las partículas de arcilla, limo y arena presente en el suelo. Estas fracciones se analizan en los laboratorios para determinar la clase textural a la que pertenece (Dorronsoro) [4]. Hay una variabilidad de los diámetros de las partículas del suelo, que toman valores de <0,002 mm para arcilla; 0,05 - 0,002 mm para limo y 2,00 - 0,05 mm para arena; y la combinación de estas determina la clase textural del suelo (Medina) [5]

Densidad real (Dr). - Entendida como la relación de la masa de partículas de suelo seco presente y el volumen real que ocupan las partículas. Los valores de la (Dr) están entre los intervalos de 2,6 a 2,75 g/cm³, este parámetro presenta poca variación en los suelos, es útil para determinar el nivel de porosidad (Dorronsoro) [4]. Castillo [6] considera que la (Dr) de los suelos están en relación con el peso seco (Pss) y el volumen real de las partículas (Vp), que están expresadas en unidades g/cm³. Determinar el peso específico del suelo, va a permitir realizar el cálculo de la porosidad, y conocerlo es importante para la agricultura ya que nos dará una orientación sobre el nivel o grado de desarrollo que tiene el suelo; asimismo, conoceremos la relación que existe entre los componentes tanto mineral como orgánico (Castillo) [6]. Los valores o intervalos que permiten conocer la densidad real de los suelos y clasificarlos están entre >2,80 (Alto); entre 2,60 - 2,80 (medio) y <2,4 (Muy bajo) (Castillo) [6]

La densidad aparente (DA). - Se considera a la masa o peso seco del suelo inalterado, es decir obtenido de su disposición natural y el volumen total que incluye los espacios porosos (Castillo) [6]. Por lo que al interpretarlas el resultado podemos concluir que una densidad aparente alta, es un indicador que estamos frente a un suelo compacto, es decir contiene un nivel alto de partículas granulares entre las que destaca la arena, y una densidad aparente baja indica lo contrario; pero no necesariamente es señal de un suelo óptimo para el desarrollo de las plantas (Castillo) [6]. Asimismo, (Flores y Alcalá) [7]. Mencionan que determinando la (DA) se calcula la porosidad total y se alcanza a conocer la densidad de las partículas que es útil para realizar

estimaciones de la masa de capa arable del suelo. También (Cumba et al) [8] considera que la densidad aparente es el procedimiento que permite identificar la relación entre la masa de los suelos secos y su volumen bajo condiciones naturales. Por lo tanto, la (DA) (g/cm^3) presenta variaciones con respecto a la textura de los suelos (Dorronsoro) [4]

pH del suelo. - Considerado como el indicador para medir la acidez o alcalinidad, su medida esta basada en concentraciones de hidrogeniones a una escala que va de 0 a 14, el valor de neutralidad es la escala 7 (Gardí et al) [9] y (Porta et al) [10]

Conductividad eléctrica (CE). - Es el parámetro o indicador para estimar la capacidad de la solución de un suelo para transportar corriente eléctrica en relación del contenido de sales disueltas en la solución. A través de este indicador se estima los niveles de sales que están disueltas en el suelo (Bazán) [11]. La salinidad está referida a los solutos inorgánicos que se encuentran disueltos en agua siendo los esenciales Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , y CO_3^{2-} que están presentes en mayor concentración (Bazán) [11]. Conocer la CE, nos permitirá tomar decisiones sobre la conducción de nuestro suelo. Facilitará la decisión para instalar los cultivos y/o variedades a sembrar, que estará en función al nivel de tolerancia a las sales presentes en el suelo (INTAGRI) [12] y (Gutiérrez) [13]

Capacidad de campo (CC). - Es el valor o escala que tienen los suelos de retener agua o humedad de un suelo, luego de haber sido humedecido como producto de la lluvia o el riego y su posterior drenaje libre, evitando pérdidas por evapotranspiración, hasta que el potencial hídrico del suelo logre estabilizarse (Flores y Alcalá) [7].

Porosidad. - Es el porcentaje o proporción del volumen de suelo que está libre es decir no está ocupado por fracciones sólidas. Por lo general el volumen de un suelo lo conforman el 50% materia sólida (5% materia orgánica y 45% minerales) y el 50% conformado por espacio poroso (Dorronsoro) [4]

Justificación

Conocer las características físicas y químicas de los suelos es importante porque nos permitió tener una información real de la calidad, el contenido nutricional y las condiciones de conservación o degradación de los suelos de la comunidad de Huayllati. Esta información permitirá a las autoridades que promueven el desarrollo realizar acciones de planificación para recuperar la calidad y la fertilidad de los suelos. Además, esta información ayudará a identificar que actividades productivas debemos realizar y si es pertinente sembrar un cultivo, desarrollar una

crianza o instalar frutales en nuestros suelos.

Al conocer las características físicas y químicas se podrán proponer el uso y manejo pertinente de los suelos, conservando y recuperando su capacidad productiva, que incidirá favorablemente en la producción agropecuaria y por ende en mejorar las condiciones sociales y económicas de los sectores Topopampa, Padroma y Accahuaray en Huayllati.

Objetivo

Conocer las características físicas y químicas de los suelos en Topopampa, Padroma y Accahuaray de Huayllati, Grau - Apurímac.

2 MÉTODO

2.1 Tipo y nivel de investigación

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo transversal y nivel descriptivo.

2.2 Diseño de la investigación

El estudio adoptó un diseño no experimental; no se manipularon las variables, los datos fueron observados y recojidos tal como se desarrollan en el medio. Todo el proceso se desarrolló sin intervención directa del investigador (Mousalli-Kayat) [14]

2.3 Población y muestra

La población estuvo constituida por terrenos de las familias de los sectores de Topopampa, Padroma y Accahuaray. Se hoyaron las calicatas y se recogieron las muestras y fueron llevadas al laboratorio para su análisis. El muestreo utilizado fue el probabilístico sistemático estratificado. Las muestras se tomaron de los tres sectores garantizando la representación de cada estrato (Ñaupas et al.) [15]

2.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico previamente se realizaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas a través del estadístico Shapiro Wilk y de Levene. Posteriormente se utilizó la estadística descriptiva para responder al objetivo del estudio a través de tablas, en SPSS v25.

3 RESULTADOS

Se obtuvieron los resultados de acuerdo a lo siguiente:

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**3.1 Conductividad eléctrica (CE)**TABLA 1
Conductividad eléctrica

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	0,08	0,11	0,05	0,03
Topopampa	0,14	0,20	0,10	0,04
Padroma	0,19	0,24	0,16	0,04

Los resultados de (CE) muestran que los tres sectores son suelos no salinos Medina, [5]. Teniendo en Padroma valores de 0,19 mmhos/cm²; Topopampa 0,14 mmhos/cm² y Accahuaray 0,08 mmhos/cm².

3.2 Potencial de hidrogeniones (pH)TABLA 2
Potencial de hidrogeniones (pH)

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	7,33	7,50	7,20	0,13
Topopampa	8,23	8,30	8,10	0,10
Padroma	8,38	8,50	8,20	0,13

Los resultados de pH que se obtuvieron en Padroma con valores de 8,38; Topopampa 8,23 y finalmente Accahuaray con 7,33. Los suelos cercanos a la escala de 7 de pH, son óptimos para la producción de cultivos. Los niveles de pH de Padroma y Topopampa son relativamente alcalinos con presencia de problemas en las características físicas y deficiencia de nutrientes. Los suelos de Accahuaray son adecuados para la producción de cultivos Medina, [5]

3.3 Carbonato de calcio (CaCO₃)TABLA 3
Carbonato de calcio

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	1,55	1,86	1,25	0,30
Topopampa	4,17	4,58	3,67	0,40
Padroma	4,59	4,90	4,32	0,26

Los resultados de (CaCO₃) muestran en Padroma una media de 4,59%, Topopampa 4,17% y Accahuaray 1,55%. El (CaCO₃), influye en la absorción de micronutrientes. Los niveles altos de carbonatos es características de los calcáreos y están en relación con valores altos de pH (García) [16]

3.4 Materia orgánica (MO)TABLA 4
Materia orgánica

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	1,74	2,46	1,10	0,58
Topopampa	0,77	0,93	0,63	0,13
Padroma	2,00	2,58	1,47	0,48

Los resultados observados en el contenido de (MO), en Padroma tuvo una media de 2,00%, Accahuaray 1,74% y Topopampa con 0,77%. El sector de Padroma tiene un nivel medio de (MO); Topopampa y Accahuaray, se encuentran ubicados en el nivel pobre (Medina) [5]

3.5 Nitrogeno (N)TABLA 5
Nitrógeno

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	0,08	0,12	0,05	0,03
Topopampa	0,15	0,50	0,03	0,23
Padroma	0,28	0,80	0,07	0,35

Los resultados de (N) en Padroma se obtuvo una media de 0,28%, Topopampa 0,15% y Accahuaray con 0,08%. En Padroma hay un nivel alto de (N), Topopampa un nivel medio de (N) y Accahuaray un nivel bajo de (N) (Medina) [5]

3.6 Fósforo (P₂O₃)TABLA 6
Fosforo

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	27,75	38,60	16,10	9,60
Topopampa	19,05	25,50	13,60	5,05
Padroma	14,58	17,00	11,20	2,64

Los resultados de (P₂O₃) en Accahuaray muestra una media de 27,75ppm, Topopampa 19,05ppm y Padroma 14,58ppm. Según (Medina) [5] los valores de Accahuaray y Topopampa obtuvieron un nivel alto de (P₂O₃) y Padroma un nivel bueno de (P₂O₃). El potasio es un nutriente esencial para la formación de la estructura y los frutos de las plantas.

3.7 Potasio (K₂O)

TABLA 7
Potasio

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	156,00	175,00	144,00	13,44
Topopampa	112,00	116,00	105,00	4,97
Padroma	96,25	98,00	95,00	1,50

Los resultados de (K₂O) en Accahuaray muestran valores de 156,00ppm, Topopampa 112,00ppm y Padroma 96,25ppm. El (K₂O) es un macronutriente primario que logra influir en la calidad de los frutos, por lo que disponer de una cantidad optima de (K₂O) en los suelos, tendrá como efecto el incremento de los niveles de azúcares en los frutos. Accahuaray y Topopampa tiene un nivel medio de (K₂O) y Padroma un nivel bajo de (K₂O) (Medina) [5]

3.8 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

TABLA 8
Capacidad de intercambio catiónico

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	13,30	16,06	10,17	2,80
Topopampa	9,46	11,23	8,02	1,49
Padroma	19,14	20,41	18,06	0,99

Los resultados de (CIC) en Padroma con 19,30 meq/100g, Accahuaray 13,30 meq/100g, y Topopampa 9,46 meq/100g. Los valores según (Medina) [5] en Padroma y Accahuaray tienen un nivel medio de CIC y Topopampa un nivel bajo de CIC.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.9 Clase textural

TABLA 9
Clase textural

Sector	% Arena		% Limo		% Arcilla	
	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica	Media	Desv. típica
	Accahuaray	49,50	3,11	26,00	2,94	24,50
Topopampa	55,25	11,67	27,50	6,67	17,25	6,09
Padroma	29,40	2,55	40,88	3,58	29,69	2,65

Los resultados de contenido de partículas en Accahuaray, con una media de 49,50% arena; 26,00% limo y 24,50% arcilla; Topopampa 55,25% arena, 27,50% limo 27,50% y 17,25% arcilla y Padroma 29,40% arena 40,88 limo y 29,69% arcilla. (Agroecología Tornos) [17]. Analizando los resultados en función al Triángulo Textural USDA, hay una variabilidad de clases texturales en los sectores, Topopampa franco-arenoso, Accahuaray franco-arcillo-arenoso y Padroma franco- arcilloso. Que

nos llevo a concluir la existencia de variabilidad en los tres sectores.

3.10 Capacidad de campo (CC)

TABLA 10
Capacidad de campo

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	21,82	25,02	20,01	2,21
Topopampa	20,80	25,14	18,49	2,98
Padroma	29,20	30,71	28,12	1,19

Los resultados de (CC) en Accahuaray con 21,82%, Topopampa 20,80% y Padroma 29,20%. Según (Flores y Alcalá) [7], los porcentajes de (CC) representan la cantidad de agua que puede retener un suelo, por lo que los resultados en los sectores tienen una relación con las clases texturales, descritas: Topopampa franco-arenoso; Accahuaray franco-arcilloso-arenoso y Padroma franco-arcilloso.

3.11 Densidad aparente (DA)

TABLA 11
Densidad aparente

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. Típica
Accahuaray	1,50	1,56	1,43	0,05
Topopampa	1,53	1,59	1,47	0,05
Padroma	1,34	1,39	1,30	0,04

Los resultados de (DA) en Accahuaray con 1,50g/m³, Topopampa 1,53g/m³ y Padroma 1,34g/m³. (Flores y Alcalá) [7], la (DA) es el volumen total incluyendo el espacio poroso y la masa del suelo seco. Hay una relación con las clases texturales de Topopampa franco-arenoso, Accahuaray franco-arcilloso-arenoso y Padroma franco-arcilloso.

3.12 Densidad real (Dr)

TABLA 12
Densidad real de los suelos

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	2,53	2,58	2,50	0,04
Topopampa	2,53	2,55	2,51	0,02
Padroma	2,54	2,56	2,51	0,02

Los resultados de (Dr) en Accahuaray con 2,53g/m³, Topopampa 2,53g/m³ y Padroma 2,54g/m³. (Castillo) [6] considera que la (Dr) esta en relacion con el el peso seco (Pss) del suelo y el volumen de sus partículas (Vp), expresado en g/cm³. Hay una relación con las clases texturales en Topopampa franco-arenoso, Accahuaray franco-arcilloso-arenoso y Padroma franco-arcilloso, se concluyo que los suelos en su mayoría estan clasificados

en el nivel bajo.

3.13 Porosidad

TABLA 13
Porosidad

Sector	Media	Máx	Mín	Desv. típica
Accahuaray	40,13	42,80	37,84	2,18
Topopampa	38,86	41,20	36,40	2,24
Padroma	46,66	48,41	44,62	1,63

Los resultados de la porosidad en Accahuaray con 40,13%, Topopampa 38,86% y Padroma 46,66%. (Castillo) [6]. Establece que la porosidad son los espacios que no estan ocupados por las particulas o fracciones solidas. Hay una relación entre la porosidad y las clases texturales, Topopampa franco-arenoso en un nivel muy bajo, Accahuaray franco-arcilloso-arenoso en un nivel bajo y Padroma franco-arcilloso en un nivel medio.

4 DISCUSIONES

Discusión de las características químicas de los suelos

La Conductividad eléctrica (CE), en Padroma, fue de 0,19 mmhos/cm², Topopampa 0,14 mmhos/cm² y Accahuaray 0,08 mmhos/cm². La CE es un indicador del contenido de sales (milimhos/cm²) en los suelos. Medina [5], considera que los suelos con valores inferiores a <2.0 mmhos/cm², son suelos no salinos. Es decir, los suelos son no salinos.

Potencial de hidrogenones (pH) en Padroma con 8,38; Topopampa con 8,23; y Accahuaray con 7.33. Al ser el pH un indicador que influye en la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plantas. Suelos con pH ubicado en las escalas extremas no son fértiles al no admitir nutrientes y no se recomienda cultivar en aquellos suelos (Medina) [5] Lo suelos de Padroma y Topopampa son relativamente alcalinos con presencia de problemas en las propiedades físicas y relativa deficiencia de nutrientes, por lo contrario, Accahuaray tiene suelos optimos para los cultivos.

Carbonato de calcio (CaCO₃), en Padroma 4,59%; Topopampa 4,17% y Accahuaray 1,55%. El (CaCO₃) tiene una influencia determinante para la absorción de los micronutrientes del suelo, con un nivel alto de carbonatos, los suelos adoptan las características de ser calcáreos y estan en relación con escalas altas de pH (García) [16]. Los suelos de Padroma y Topopampa tienen relativos niveles altos de (CaCO₃), frente a Accahuaray que se ubica en un nivel medio, que es relativamente óptimo que permitirá la absorción de micronutrientes por los cultivos.

Materia orgánica (MO), en Padroma 2,00%; Accahuaray 1,74% y Topopampa 0,77%. La (MO) influye de manera determinante en la composición, la actividad microbiana, la estabilidad y disponibilidad de nutrientes del suelo para las plantas, asimismo la (MO) tiene la cualidad de mantener el

pH estable, (Medina) [5]. El sector de Padroma, considerado con un nivel medio de (MO) y los sectores de Topopampa y Accahuaray, se encuentran ubicados en el nivel pobre (Medina) [5]

Nitrógeno (N) en Padroma con 0,28%; Topopampa 0,15% y Accahuaray 0,08%. El (N) constituye ser un macronutriente primario fundamental para las plantas, sobre todo de la estructura foliar (Medina) [5]. En Padroma hay un nivel alto de (N), Topopampa un nivel medio de (N) y Accahuaray un nivel bajo de (N).

Fosforo (P₂O₃), en Accahuaray con 27,75ppm, Topopampa 19,05ppm y Padroma 14,58ppm. El (P₂O₃) en los suelos, es un macronutriente primario, que es fundamental para el crecimiento adecuado de las plantas (Medina) [5] por lo que Accahuaray y Topopampa tiene un nivel alto de (P₂O₃) y Padroma un nivel bueno de (P₂O₃).

Potasio (K₂O), en Accahuaray con 156.00ppm, Topopampa 112.00ppm y Padroma 96.25ppm. El (K₂O) en los suelos, es un macronutriente primario que tiene influencia en la calidad de los frutos, un nivel optimo de (K₂O) incrementa los niveles de azucares de los frutos. Accahuaray y Topopampa tiene un nivel medio de (K₂O) y Padroma un nivel bajo de (K₂O) (Medina) [5]

Capacidad de intercambio catiónico (CIC), en Padroma con 19.30 meq/100g, Accahuaray 13.30 meq/100g y Topopampa 9.46 meq/100g. (Medina) [5], la (CIC) es un indicador de la las cualidades de los suelos para retener cationes, y esta en relacion con la disponibilidad y cantidad de nutrientes para las plantas. Los suelos con bajos niveles de (CIC) nos indican que tienen baja posibilidad de retener nutrientes, son suelos arenosos o pobres en materia orgánica (Medina) [5] en Padroma y Accahuaray tienen un nivel medio y Topopampa un nivel bajo.

Los resultados obtenidos estan en relación con los estudios de (Vivas) [3], que encontro (MO) con valores 0,92 a 2,2%. (N) con niveles bajos a medios; (P₂O₃) con valores de 3,7 a 19,7ppm.; (K₂O) en valores 122 a 250 ppm. Asimismo, (Maldonado) [1], encontró valores de pH que oscilan entre 4,07 a 6,85 considerados suelos ácidos cercanos a neutros. Contenido de sales con valores 0,85 a 5,37 (dS/m) suelos con características relativamente salinos a moderados; Las bases intercambiables con valores de 0,7 a 32 cmol +)/kg-1, suelos con características de bajos niveles de fertilidad; la (CIC) con valores 7,72 a 61,78 cmol (+)/kg-1, considerados suelos con bajos niveles de fertilidad. Por último (Gómez) [2], encontró valores de pH con promedios de 8,45, (CIC) promedios de 40 meq/100g, sin problemas de salinidad.

Discusión de las características físicas de los suelos

La textura es un indicador del tamaño y la proporción de las particulas presentes en los suelos (Agroecología Tornos) [17]. A través del análisis de los suelos con el Triángulo Textural USDA, se identificaron la clase textural. Las clases de texturas

que se identificarón en Accahuaray fuerón Franco-arcillo-arenoso; Topopampa franco-arenoso y Padroma franco-arcilloso

Capacidad de campo (CC), en Accahuaray 21,82%, Topopampa 20,80% y Padroma 29,20%. La (CC) del suelo es la representación de la cantidad de agua que puede retener en contra de la fuerza de la gravedad, posterior al riego o la lluvia que humedeció el suelo (Flores y Alcalá) [7]. Los valores de (CC) establecen una relación con las clases texturales, descritas en Accahuaray franco-arcilloso-arenoso; Topopampa franco-arenoso y en Padroma franco-arcilloso

Densidad aparente (DA) en Accahuaray 1,50g/m³; Topopampa 1,53 g/m³ y Padroma 1,34g/m³. La (DA) representa la relación de la masa del suelo seco y el volumen total incluido el espacio poroso. Cuando se realiza el cálculo de la porosidad total de un suelo, se puede estimar la masa de la capa arable (Flores y Alcalá) [7]. La (DA) tiene relación con la clase textural de Accahuaray franco-arcilloso-arenoso; Topopampa franco-arenoso y Padroma franco-arcilloso.

Densidad real (Dr) en Accahuaray 2,53g/m³, Topopampa 2,53 g/m³ y Padroma 2,54g/m³. La (Dr) es la relación entre el peso del suelo (Pss) seco y el volumen real las partículas (Vp), que se expresan en g/cm³ (Castillo) [6]. La (Dr) tiene relación con la clase textural identificadas en Accahuaray franco-arcilloso-arenoso; Topopampa franco-arenoso y Padroma franco-arcilloso, clasificándose en el nivel bajo.

Porosidad de los suelos en Accahuaray con 40,13%; Topopampa 38,86% y Padroma 46,66%. El espacio libre que se encuentra entre las partículas sólidas minerales u orgánicas se denomina porosidad del suelo (Castillo) [6]. La porosidad está en relación con la clase textural de los suelos, tal es que en Accahuaray se tiene franco-arcilloso-arenoso, con un nivel bajo; Topopampa franco-arenoso con un nivel muy bajo y Padroma franco-arcilloso con un nivel medio.

Los resultados de la investigación están en relación con los estudios de Maldonado [1] encontrando en el Grado de saturación de bases en valores 5,63 a 96,7 %, evidenciando suelos ácidos o con problemas de acidez. También (Gómez) [2], en su estudio sobre la (DA) obtuvo 1,5 g/cm³ con compactación moderada. La (MO) con una media 0,5%. Suelos con textura arena, francos, franco-arcilloso, franco-limoso y franco-arenoso.

5 CONCLUSIONES

Concluimos que las características químicas de los suelos de Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati - Grau - Apurímac, mostraron diferencias entre las variables evaluadas; observando que Padroma tiene mejores características químicas frente a los otros sectores.

Concluimos que las características físicas de los suelos de Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati - Grau - Apurímac, mostraron diferencias entre las va-

riables, observándose que Topopampa presentó mejores características físicas frente a los otros sectores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Comuneros de Accahuaray, Topopampa y Padroma de la comunidad de Huayllati - Grau - Apurímac, que brindaron su apoyo en la investigación

REFERENCIAS

- [1] Maldonado, "Maldonado Determinación de la aptitud de uso del suelo en la comunidad de Karhuiza La Paz," La Paz, 2016.
- [2] Gómez, "Levantamiento de información agrológica de suelos dedicados a la producción agrícola en la parroquia el Cambio provincia de El Oro," El Oro, 2015.
- [3] Vivas, "Caracterización y evaluación de los niveles de fertilidad en predios bananeros del valle del Chira región Piura," Piura, 2015.
- [4] Dorronsoro, "Introducción a la Edafología," 2009.
- [5] Medina, "Charla Técnica Virtual: "Interpretación de resultados del análisis de suelos", INIA, Cusco, 2020.
- [6] Castillo, "Selección y calibración de indicadores locales y técnico para evaluar la degradación de los suelos laderas, en la microcuenca Cuscamá El Tuma-La Dalia, Matagalpa," UNA, Matagalpa, 2005.
- [7] Flores y Alcalá, "Manual de procedimientos analíticos. Laboratorio de Física de Suelos," UNAM, Mexico, 2010.
- [8] Cumba et, al. "Propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de suelos del sur de Corrientes," Revista de la Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, 2005.
- [9] Gardi et, al. "Atlas de suelos de América Latina y el Caribe," 2013.
- [10] Porta et, al. "Edafología para la agricultura y el medio ambiente," Madrid, 2003.
- [11] Bazán, "Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego" 2017.
- [12] INTAGRI, "La conductividad eléctrica del suelo en el desarrollo de los cultivos," 2022.
- [13] Gutiérrez, "Geomorfología," UNAM, Mexico, 2008.
- [14] Mousalli-Kayat, "Métodos y diseños de investigación cuantitativa," 2015.
- [15] Ñaupas et, al. "Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis," Ediciones de la U, Bogotá Colombia, 2014.
- [16] García, "Guía técnica: Fertilización en el cultivo de maíz blanco," UNALM-Agrobanco, Cusco, 2013.

- [17] Agroecología-Tornos, "Cómo realizar un buen análisis del suelo para el cultivo. Extraído el 02 de noviembre del 2021 de: <https://www.agroecologiatornos.com/como-realizar-un-buen-analisis-del-suelo-para-el-cultivo/>," 2018.
- [18] Cusi y. Aguirre, "Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del distrito de Kosñipata-Paucartambo-Cusco," Cusco, 2015.

Biografías

- Norma Aguirre Quispe ^A, Ingeniero Agroecólogo Rural, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Niki Franklin Flores Pacheco ^B, Ingeniero Agrónomo, adscrito al Departamento Académico de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Salvador Quispe Chipana ^C, Doctor en Estadística aplicada y Magister Scientiae en la especialidad: Economía grícola, docente nombrado a tiempo completo en la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Desarrolla la cátedra de los cursos de Estadística Agropecuaria, Diseños Experimentales y Economía Agrícola.
- María Luisa Flores Pacheco ^D, Ingeniero Agrónomo, Universidad Tecnológica de los Andes, Egresada de la Escuela de Post Grado – Maestría en Economía Mención Proyectos de Inversión Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.