

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

**(Creada por Ley N° 25265)**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
**TESIS**

**‘CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICO DE SUELOS  
DEL DISTRITO DE CALLANMARCA - ANGARAES - HUANCVELICA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
**SUELOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**  
**EFRAIN GABRIEL QUISPE ÑAHUI**

**ASESOR:**  
**DR. GREGORIO JOSÉ ARONE GASPAR**

**HUANCVELICA - PERÚ**

**2014**

### ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria "Común era"; a los 10 días del mes de enero del año 2014 a horas 12:30 p.m., se reunieron; el Jurador Calificador, conformado de la siguiente manera:

- PRESIDENTE** : Ing. Jesús Antonio JAIME PIÑAS.
- SECRETARIO** : Mg. Sc. Ing. Julián L. MANTARI MALLQUI.
- VOCAL** : Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA.
- ACCESITARIO** : Mg. Sc. Ing. Rolando PORTA CHUPURGO.

Designados con Resolución N°476- 2013-CF-FCA-UNH del: Proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Titulado **"CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICO DE SUELOS DEL DISTRITO DE CALLANMARCA - ANGARAES – HUANCAVELICA"**.

Cuyo autor es él:

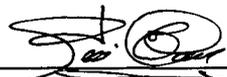
BACHILLER: QUISPE ÑAHUI Efraín Gabriel.

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de: proyecto de investigación. Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

**APROBADO POR**                                        ..... *mayoria* .....

**DESAPROBADO**                   

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

  
 Ing. Jesús A. JAIME PIÑAS.  
**PRESIDENTE**

  
 Mg. Sc. Ing. Julián L. MANTARI MALLQUI.  
**SECRETARIO**

  
 Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA.  
**VOCAL**

**ASESOR : Dr. GREGORIO JOSÉ ARONE GASPAR**

**COASESOR : Ing. ARCADIO SÁNCHEZ ONOFRE**

## DEDICATORIA

A mis seres queridos que hoy y siempre los llevaré en mi corazón mis padres; Teodoro Urbano Quispe Laura, y mi madre Herlinda Ñahui Morocho.

A mis queridas hermanas y hermanos Rossmery, Edmerson, Zaida, Ángel, Miriam y Renzo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Gregorio José Arone Gaspar, por su asesoramiento y soporte técnico. A mis jurados y a todos mis familiares, amigos quienes me ayudaron durante el proceso del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
RESUMEN.	11
INTRODUCCIÓN.	12
CAPITULO I: PROBLEMA.	
1.1. Planteamiento de Problema.	13
1.2. Formulación de problema.	13
1.3. Objetivos: General y Específicos.	13
1.4. Justificación.	14
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.	
2.1. Antecedentes.	15
2.2. Bases Teóricas.	16
2.2.1. El Concepto de Suelo.	16
2.2.2. Propiedades del Suelo.	17
2.2.2.1. Propiedades Físicas.	17
2.2.2.2. Propiedades Químicas.	21
2.2.2.3. Propiedades Biológicas.	23
2.3. Variable de estudio.	23
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.	
3.1. Ámbito de estudio.	25
3.2. Tipo de investigación.	28
3.3. Nivel de investigación.	28
3.4. Método de investigación.	28
3.5. Diseño de investigación.	28
3.6. Población, muestra y muestreo.	28
3.7. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.	28
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos.	29
3.9. Técnica de Procesamiento y Análisis de Datos.	30
CAPITULO IV: RESULTADOS.	
4.1. Presentación de resultados.	31

CAPITULO V: DISCUSIONES.	40
CONCLUSIONES.	54
RECOMENDACIONES.	55
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.	56
ARTÍCULO CIENTÍFICO.	59
ANEXO.	72

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
<b>Tabla N° 01</b>	Ubicación Geográfica de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	25
<b>Tabla N° 02</b>	Clase Textural en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	31
<b>Tabla N° 03</b>	Formas de Estructura en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	32
<b>Tabla N° 04</b>	Color en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	32
<b>Tabla N° 05</b>	Porcentaje de Porosidad en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	33
<b>Tabla N° 06</b>	Contenido de Permeabilidad en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	33
<b>Tabla N° 07</b>	Medida de Profundidad Efectiva en los suelos de Callanmarca conducidos en condición de secano y bajo riego.	34
<b>Tabla N° 08</b>	Porcentaje de Pendiente en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	34
<b>Tabla N° 09</b>	Porcentaje de Pedregosidad en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	35
<b>Tabla N° 10</b>	Reacción del Suelo pH (1:1) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	35
<b>Tabla N° 11</b>	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	36
<b>Tabla N° 12</b>	Porcentaje de Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> ) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	36
<b>Tabla N° 13</b>	Salinidad (CE) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	37
<b>Tabla N° 14</b>	El contenido de Fósforo en los suelos de Callanmarca	

	conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	37
<b>Tabla N° 15</b>	El contenido Potasio en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	38
<b>Tabla N° 16</b>	El contenido Materia Orgánica en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	38
<b>Tabla N° 17</b>	Número de lombrices por m <sup>2</sup> del suelo, en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	39
<b>Tabla N° 18</b>	Dosis promedio de Abonamiento	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 01</b>	Del distrito de Callamarca en la provincia y departamento de Huancavelica.	26
<b>Figura N° 02</b>	Textura en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	40
<b>Figura N° 03</b>	Estructura en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	41
<b>Figura N° 04</b>	Color de suelo del Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	42
<b>Figura N° 05</b>	Porosidad en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	43
<b>Figura N° 06</b>	Permeabilidad en los suelos de Callamarca conducidos en Condiciones de secano y bajo riego.	44
<b>Figura N° 07</b>	Profundidad Efectiva en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego	45
<b>Figura N° 08</b>	Pendiente en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	46
<b>Figura N° 09</b>	El contenido de Pedregosidad en los suelos de Callamarca conducidos en condición de secano y bajo riego.	47
<b>Figura N° 10</b>	Reacción del suelo (pH) en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	48
<b>Figura N° 11</b>	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	48
<b>Figura N° 12</b>	Carbonato de calcio ( <b>CaCO<sub>3</sub>%</b> ) en los suelos de Callamarca conducidos bajo condiciones de secano y bajo riego.	49
<b>Figura N° 13</b>	Contenido de Salinidad (CE) en los suelos de Callamarca conducidos bajo condiciones de secano y bajo riego.	50
<b>Figura N° 14</b>	El contenido Fósforo en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	51
<b>Figura N° 15</b>	El contenido de Potasio en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	51
<b>Figura N° 16</b>	Materia Orgánica en los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.	52

**Figura N° 17** El contenido de número de Lombrices por m<sup>2</sup> en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego. 53

## RESUMEN

El presente estudio de investigación, se realizó en el distrito de Callanmarca, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, al inicio de la campaña agrícola 2013 – 2014. El objetivo fue evaluar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos. La actividad principal en este distrito es la agricultura. Dentro de las propiedades físicas se evaluaron: textura con la clase textural varía de franco a franco arcilloso, franco arcilloso en suelos de condición seco; en cambio la textura franco en suelos bajo riego; estructura granular fino en suelos seco y estructura granular mediano en suelos bajo riego; color marrón amarillento en suelos secos y el color marrón rojizo en suelos bajo riego; porosidad de 45% bajo riego y 47,7% en seco, permeabilidad que varía de 0,96 cm/h en seco a 1,3 cm/h bajo riego; profundidad efectiva de 76,67 cm en suelos secos y 66,67 cm en suelos bajo riego; pendiente de 35% en suelos secos y 51% en suelos bajo riego y pedregosidad de 1,67% en suelos seco y 3,33% bajo riego. En las propiedades químicas, se evaluaron las siguientes variables: la reacción del suelo (pH) que varían de moderadamente ácido a ligeramente alcalino; la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 19,89 meq/100 g en suelo seco y 18,30 meq/100 g en suelos bajo riego; carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) de 0% en suelo seco y 5,67%  $\text{CaCO}_3$  en suelos bajo riego de clase alta; la salinidad (CE) de 0,16 dS/m en suelo seco y 0,59 dS/m en suelos bajo riego de clase muy ligeramente salino; fósforo de 16,5 ppm de clase alto en suelos secos y 7,87 ppm de clase medio en suelos bajo riego y potasio de 108 ppm clase medio en suelos secos y 299 ppm de clase medio en suelos bajo riego. En las propiedades biológicas, se evaluaron las siguientes variables: contenido de materia orgánica que varían de 1,04% a 2% y el número de lombrices de 12 a 22 unidades.

**Palabras Claves:** Caracterización de suelos, propiedades físicas, químicas y biológicas, suelos de zona andina.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es el principal recurso natural que tiene la humanidad para la producción de alimentos que, con un conocimiento y manejo adecuado permanecerá a través del tiempo. El agricultor andino al tener un contacto diario con el campo se encuentra: preparando la tierra, sembrando, cuidando y cosechando los cultivos; así también tiene un conocimiento del suelo basado en las costumbres ancestrales (cosmovisión andina); saberes que complementándose con el conocimiento del suelo, le permitirán a mejorar la producción sostenida de los cultivos, asegurando la alimentación de los pobladores.

El distrito de Callanmarca se caracteriza por ser un distrito netamente agrícola, en donde se siembra diversos cultivos como el maíz, cebada, trigo, arveja, haba, papa, olluco etc. Los cultivos como el maíz, arveja y la papa son los que sobresalen, debido a las condiciones naturales que brindan sus suelos. Los análisis físicos-químicos de laboratorio, en muestras de suelo tamizadas a 2 mm, constituye la metodología más clásica para caracterizar un suelo (**Porta et al., 2003**). Los análisis de suelo es un valioso instrumento que utilizado en forma adecuada puede ayudar en el diagnóstico de los desórdenes nutricionales en los cultivos sembrados, ocasionados por los desbalances en los nutrimentos del suelo (**Cuesta & Villaneda, 2008**). La fertilidad del suelo está básicamente relacionado con los nutrientes esenciales de las plantas, sus cantidades, disponibilidad para las plantas, reacciones químicas que experimentan en el suelo, mecanismos de pérdida y procesos que lo hacen disponibles (**Azabache, 2003**).

Los objetivos de la presente investigación fueron: Evaluar la fertilidad física, química y biológico de los suelos del distrito de Callanmarca. Caracterizar las propiedades físicas (textura, estructura, color, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva, pendiente, pedregosidad). Cuantificar el valor de reacción del suelo (pH), capacidad de intercambio catiónico (CIC), carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) salinidad (CE) y contenido de nutrientes. Evaluar el contenido de materia orgánica y la presencia de macro fauna.

## CAPITULO I

### PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del Problema

En el Distrito de Callanmarca, los suelos agrícolas son considerados como un recurso natural importante para la producción de alimentos, porque de ella depende la alimentación diaria de toda la comunidad; no obstante, en dichos suelos se producen cosechas con bajos rendimientos, por lo que es necesario realizar su caracterización física, química y biológica, a fin de proponer estrategias de conservación, incremento y mejoramiento de fertilidad y sugerir los cultivos adecuados para su instalación.

#### 1.2. Formulación del Problema

¿Qué características físicas, químicas y biológicas poseen la capa arable de los suelos del distrito de Callanmarca?

#### 1.3. Objetivos: General y Específicos

##### General

- Evaluar las características físicas, químicas y biológicas de la capa arable de los suelos del distrito de Callanmarca.

##### Específico

- Caracterizar las propiedades físicas (textura, estructura, color, densidad, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva, pendiente y pedregosidad) de los suelos del distrito de Callanmarca.
- Cuantificar el valor de la reacción del suelo (pH), capacidad de intercambio catiónico (CIC), carbonatos o calcáreo  $\text{CaCO}_3$ , conductividad eléctrica (CE), y el contenido de nutrientes de los suelos del distrito de Callanmarca.

- Evaluar el contenido de materia orgánica y la presencia de lombrices de los suelos de distrito de Callanmarca.

### 1.1. **Justificación**

#### **Científico**

El presente trabajo de investigación proporcionará información básica de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos del distrito de Callanmarca, los que servirán como base para la evaluación de la fertilidad del suelo y ayudará a la toma de decisiones de los futuros cultivos a instalar.

#### **Social**

La evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del distrito de Callanmarca, contribuirá en el incremento de la producción de cultivos y mayor disponibilidad de alimentos para las familias de Callanmarca.

#### **Económico**

Los agricultores del distrito de Callanmarca, con la información de las características físicas, químicas y biológicas de sus suelos, tendrán mayores oportunidades para establecer programas de abonamiento, dosis a utilizar, cultivos a sembrar y obtener mejores ingresos al disminuir sus costos de producción e incrementar su rentabilidad.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

**Garnica (2010)** caracterizó las propiedades físico-químicas de los suelos de puna en Potosí (Bolivia) y encontró que dichos suelos poseen un contenido bajo en N, el P tiene una tendencia de baja a muy baja, el contenido de K es muy alto, mientras que en Ca, Mg y Na, poseen un contenido moderado, además, posee una CIC muy baja, una Conductividad Eléctrica (CE) con indicios de salinidad y un pH que refleja una fuerte alcalinidad. Respecto a las características físicas, estos suelos poseen una densidad real ( $d_r$ ) y densidad aparente ( $d_a$ ) mediana y un escaso % de porosidad (% P). En cambio, **Lorenz (1995)**, al evaluar las características de un suelo *Eutric regosol* bajo bosque en el chaco semiárido de Argentina, encontró suelos de escaso desarrollo, con un perfil A-AC-C, clasificado como *Regosol* (FAO-UNESCO) o *Entisol* (Soil Taxonomy). Estos suelos se caracterizan por tener buenas condiciones de aireación y penetrabilidad para las raíces y una alta retención de agua. Sin embargo, la disponibilidad de N y P depende de la transformación microbiana de la materia orgánica del suelo.

De acuerdo con **Porta et al. (2003)**, las rocas sedimentarias del tipo de las calizas forman suelos de colores claros aunque tengan alto contenido de esmectitas. En el caso de la densidad aparente, los valores que se obtuvieron variaron de  $1,3 \text{ g cm}^3$  a  $1,99 \text{ g cm}^3$ , aunque el mayor número de sitios muestreados se concentró en  $1.5 \text{ g cm}^{-3}$ .

**Odum (1989)**, al evaluar los organismos que habitan en el suelo, determinó que representan solamente el 5% de la fracción orgánica total de este, su abundancia es relativamente grande. Al respecto, **Kolmans y Vásquez (1996)** estimaron que

1 m<sup>2</sup> de suelo vivo contiene aproximadamente 10'000,000 de Nemátodos, 100,000 Colémbolos, 45,000 Anélidos y más de 40,000 Insectos y Ácaros; asimismo, un g de suelo contiene 500,000 Bacterias, 400,000 Hongos, 50,000 Algas y 30,000 Protozoarios. Esta gran cantidad de organismos se pueden clasificar, de acuerdo con su tamaño, en microflora, microfauna, mesofauna y macrofauna. La microflora agrupa a los hongos, las bacterias y los Actinomicetos. Los animales más grandes del suelo conforman la Macrofauna, que incluye a los ejemplares de diámetro mayor que 2,0 mm; los Isópodos, los Coleópteros en estado larval y adulto, las Lombrices y los Moluscos son algunos de sus integrantes. Tanto la microflora como la macrofauna influyen de forma positiva en los principales procesos que se desarrollan en el ecosistema. Su acción mecánica en el suelo contribuye a la formación de agregados estables que permiten proteger una parte de la MO de una rápida mineralización y pueden modificar las propiedades físicas y de la textura en los horizontes donde habitan. Las primeras referencias acerca de la importancia de la Lombriz de Tierra datan de los años 844-832, quienes son los grandes promotores de la vegetación. Algunos autores destacan su excelente papel como reguladores de la dinámica de la hojarasca y la MO del suelo en los ecosistemas (Odum, 1989).

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. El Concepto de Suelo

Los suelos son cuerpos naturales tridimensionales, unidades espacio-temporales y estructuralmente funcionales (subsistemas) de los ecosistemas, que portan las características externas del Paisaje y las características internas del perfil, resultados de su historia edafogenética (geogénesis y pedogénesis) y de su historia de uso. El carácter tridimensional que reconoce a los suelos la taxonomía actual, podría dar la equívoca impresión de que este sistema sirve para clasificar directamente los cuerpos de suelos delineados por fotointerpretación o en el campo. Esto no es cierto, salvo para escalas ultra-detalladas de trabajo,

en las cuales puede delimitarse polipredones relativamente "puros" (Suna Hisca, 2003).

## 2.2.2. Propiedades del Suelo

### 2.2.2.1. Propiedades Físicas del Suelo:

#### 2.2.2.1.1. Textura del suelo

Es la representación proporcional de arena, limo y arcilla. Según Casanova et al. (2004) ésta propiedad está íntimamente relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo. Esto afecta prácticamente a todos los factores que participan en el crecimiento de las plantas. La textura del suelo tiene influencia sobre el movimiento y la disponibilidad del agua del suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la resistencia a la penetración por las raíces y es susceptible a la degradación como a la agregación. Por otro lado, Zavaleta (1992) comenta que en el suelo se encuentran partículas minerales de diversos tamaños; el material más grande de 2 mm de diámetro se denomina fragmento rocoso y el material más pequeño que 2 mm se denomina fracción de tierra fina, cuyos componentes son arena, limo y arcilla.

#### a. Arena

Las partículas individuales de la arena son suficientemente grandes y observables al ojo. Cuando en volumen se ruedan entre los dedos, se sienten individualmente grandes y su aspereza al tacto.

**b. Limo**

Por su tamaño, las partículas individuales son observables al microscopio petrográfico. En volumen, cuando húmedo es un poco cohesivo y adhesivo, y presenta muy limitada plasticidad y pegajosidad, y es fácilmente moldeable.

**c. Arcilla**

Las partículas de arcilla son tan pequeñas que solamente pueden ser observables al microscopio electrónico. En volumen, si se humedece es plástica y pegajosa; y cuando seca, los terrones o peds formados son muy duros.

**2.2.2.1.2. Estructura**

Según **Zavaleta (1992)** la estructura se define como la manera en la cual las partículas del suelo se reúnen en forma de agregados. Un agregado natural e individual se llama un "ped". El exterior de algunos agregados tiene una película fina a menudo oscura que posiblemente contribuyen a mantener el agregado individual. Otros agregados tienen superficies e interiores del mismo color, pareciendo que son fuerzas intrapedales, las que mantienen a los agregados en unidades estructurales específicas o peds de forma y tamaño definido.

**2.2.2.1.3. Color**

Según **Casanova et al. (2004)** el color del suelo refleja la composición así como las condiciones pasadas y presentes de óxido-reducción del suelo. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica

humificada (oscuro), óxidos de fierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental. El color de la matriz del suelo de cada horizonte se debe registrar en condiciones de humedad (o en ambas condiciones, seco y húmedo cuando fuera posible) usando las notaciones para matiz, valor y croma.

#### **2.2.2.1.4. Porosidad**

La porosidad es consecuencia de la interacción de la textura y estructura del suelo, es decir, es un sistema de espacios vacíos o poros. Los poros en el suelo se distinguen en: macroscópicos y microscópicos. Los macroscópicos son de notables dimensiones y están generalmente llenos de aire, en efecto, el agua los atraviesa rápidamente, impulsada por la fuerza de la gravedad. Los microscópicos en cambio están ocupados en gran parte por el agua retenida por fuerzas capilares (Ball et al., 1995).

#### **2.2.2.1.5. Permeabilidad**

La permeabilidad del suelo se define como el grado de movimiento del agua y del aire a través del suelo y se halla relacionada directamente con la textura, estructura, presencia de material grueso (gravosidad) y la compactación del suelo. La determinación de la permeabilidad se realiza mediante el uso de cilindros de infiltración debidamente graduadas, los resultados se expresan en cm/hora. Los factores de mayor importancia en la permeabilidad son la textura y la presencia de la gravosidad (Perales, 2010).

#### **2.2.2.1.6. Profundidad Efectiva**

La profundidad efectiva es la distancia vertical desde la superficie hasta un límite que impide el crecimiento del sistema radicular, es decir, es el espesor de la capa del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes, y dependen del sistema radicular de las especies vegetales. Su límite está dado por capas de arcilla muy densa, materiales consolidados por la acción química (hardpans de diferente naturaleza), materiales fragmentarios (grava, piedras, rocas) o napa freática permanente, que actúan como limitante al desarrollo normal del sistema radicular de las plantas (**Perales, 2010**).

#### **2.2.2.1.7. Pendiente**

Según **Perales (2010)** la pendiente es el porcentaje de desnivel que existe entre dos puntos dados, con respecto a la horizontal. Los suelos arables tienen 4 % de pendiente, sin embargo, en la región de la selva se trabaja hasta 50 %.

#### **2.2.2.1.8. Pedregosidad**

La pedregosidad es la proporción relativa de piedras y rocas de más de 25 cm de diámetro que se encuentran en la superficie del suelo. Pero también existen fragmentos de roca mayor de 2 mm de diámetro, los cuales disminuyen el volumen del suelo. La determinación es estimando directamente en el campo en función a volumen por metro cuadrado del terreno (**Perales, 2010**).

## 2.2.2.2. Propiedades Químicas del Suelo:

### 2.2.2.2.1. Reacción del suelo

La reacción del suelo es una característica de la solución suelo condicionada por la concentración de iones  $H^+$  (hidrogeno) y  $OH^-$  (oxidrilo). La proporción de iones  $H^+$  y  $OH^-$  en la solución suelo determinan el grado de acidez o alcalinidad. Si hay mayor concentración de iones  $H^+$ , se dice que la reacción es ácida, pero si hay más iones  $OH^-$  la reacción es alcalina, pero si la concentración de iones  $H^+$  es igual a la de los iones  $OH^-$ , la reacción es neutra (Zavaleta, 1992)

### 2.2.2.2.2. Capacidad de Intercambio de Cationes(CIC)

La CIC es la suma de cationes de cambio que el suelo puede retener en forma reversible y se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo (Bohn et al., 1993). Para Fassbender y Bornemisza (1994) los componentes sólidos, inorgánicos y orgánicos del suelo poseen cargas electrostáticas en su superficie, que pueden ser grandes especialmente en las fracciones de arcilla y de materia orgánica, los cuales retienen diferentes cationes en su superficie, estos cationes que se encuentran en la superficie se llaman cationes de cambio o cambiables.

### 2.2.2.2.3. Carbonatos y Calcáreo

Llamado también carbonatos de calcio, caliza activa o simplemente carbonatos. Cuando los suelos presentan  $pH=8$  se presentan los carbonatos, pues es la zona del Calcio (Perales, 2010).

#### **2.2.2.2.4. Salinidad del Suelo**

La salinidad es expresado a través de la conductividad eléctrica (CE), se determina de modo indirecto midiendo la conductividad eléctrica en el extracto de saturación de sales solubles en el suelo utilizando salómetro o conductivímetro (**Perales, 2010**).

#### **2.2.2.2.5. Contenido de nutrientes**

El contenido de nutrientes del suelo es esencial para el crecimiento y desarrollo de los cultivos y, depende del material y el proceso de formación del suelo, contenido original del suelo, del abastecimiento y naturaleza de los fertilizantes, de la intensidad de lixiviación y erosión, la absorción de nutrientes por parte de los cultivos y la CIC del suelo. La deficiencia de nutrientes en muchos casos puede ser fácilmente corregida, dado que los suelos con mejor disponibilidad natural de nutrientes requerirán menores inversiones y, por lo tanto, muestran una aptitud natural para dar mejores rendimientos. El conocimiento de la necesidad de aplicar o no grandes cantidades de nutrientes en forma de fertilizantes, comparado con la disponibilidad de recursos, es un factor determinante para la recomendación de uso de la tierra (**Casanova et al., 2004**).

### 2.2.2.3. Propiedades Biológicas del Suelo

#### 2.2.2.3.1 La materia orgánica (MO)

El suelo está compuesto por todos los materiales orgánicos de origen animal o vegetal, junto con los productos orgánicos producidos en su transformación. Una pequeña fracción de la MO incluye materiales ligeramente transformados y productos que han sido completamente transformados, de color oscuro y de alto peso molecular, llamados compuestos húmicos. Una vez añadido residuos orgánicos frescos al suelo hay un rápido aumento en la población de organismos debido a la abundancia de material fácilmente metabolizable, incluyendo azúcares y proteínas (Casanova et al., 2004).

#### 2.2.2.3.2. Macrofauna

La macrofauna es la población biológica del suelo que tiene un tamaño mayor de 10.4 mm, entre ellos se encuentra los roedores, lombrices, insectos, etc. (Casanova et al., 2004).

## 2.2. Variables de Estudio

### ❖ Variables independientes:

Muestras de suelo

### ❖ Variables dependientes:

**Propiedades físicas:** textura, estructura, color, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva, pendiente y pedregosidad.

**Propiedades químicas:** reacción del suelo (pH), capacidad de intercambio catiónico (CIC), Carbonatos o calcáreo ( $\text{CaCO}_3$ ), conductividad eléctrica (CE) y contenido de nutrientes.

**Propiedades biológicas:** materia orgánica y macro fauna (lombrices de tierra).

❖ **Variables intervinientes:**

Factores de formación del suelo.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Ámbito de Estudio

##### a. Ubicación Política

Región : Huancavelica.  
 Departamento : Huancavelica.  
 Provincia : Angaraes.  
 Distrito : Callanmarca.

##### b. Ubicación Geográfica.

**Tabla 1. Ubicación Geográfica de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

Condición	Sector	Altitud m.s.n.m	Coordenadas	Extensión (ha)	Cultivos
En Secano	Wasirupaq	3777	12° 52' 30"	10	Tubérculos, cebada, haba, avena y tarwi.
	Ccallanpampa	3773	12° 52' 31"	10	
	Iskay Cruz	3792	12° 52' 15"	10	
Bajo Riego	Eccana	3511	12° 52' 17"	10	Maiz, trigo, arveja, papa.
	Palirka	3516	12° 51' 52"	10	
	Ismayaku	3508	12° 51' 47"	10	

##### c. Factores Climáticos

Temperatura promedio anual : 11 °C  
 Humedad relativa promedio : 60%  
 Precipitación promedio anual : 700 – 800 mm

##### d. Límites

El distrito de Callanmarca limita:

Por el Norte : Con el distrito de Anta, provincia de Acobamba.  
 Por el Sur : Con el distrito de Huanca Huanca.

Por el Este : Con distrito Huanca Huanca y provincia de Acobamba  
 Por el Oeste : Con el distrito de Huayllay Grande

e. Localización

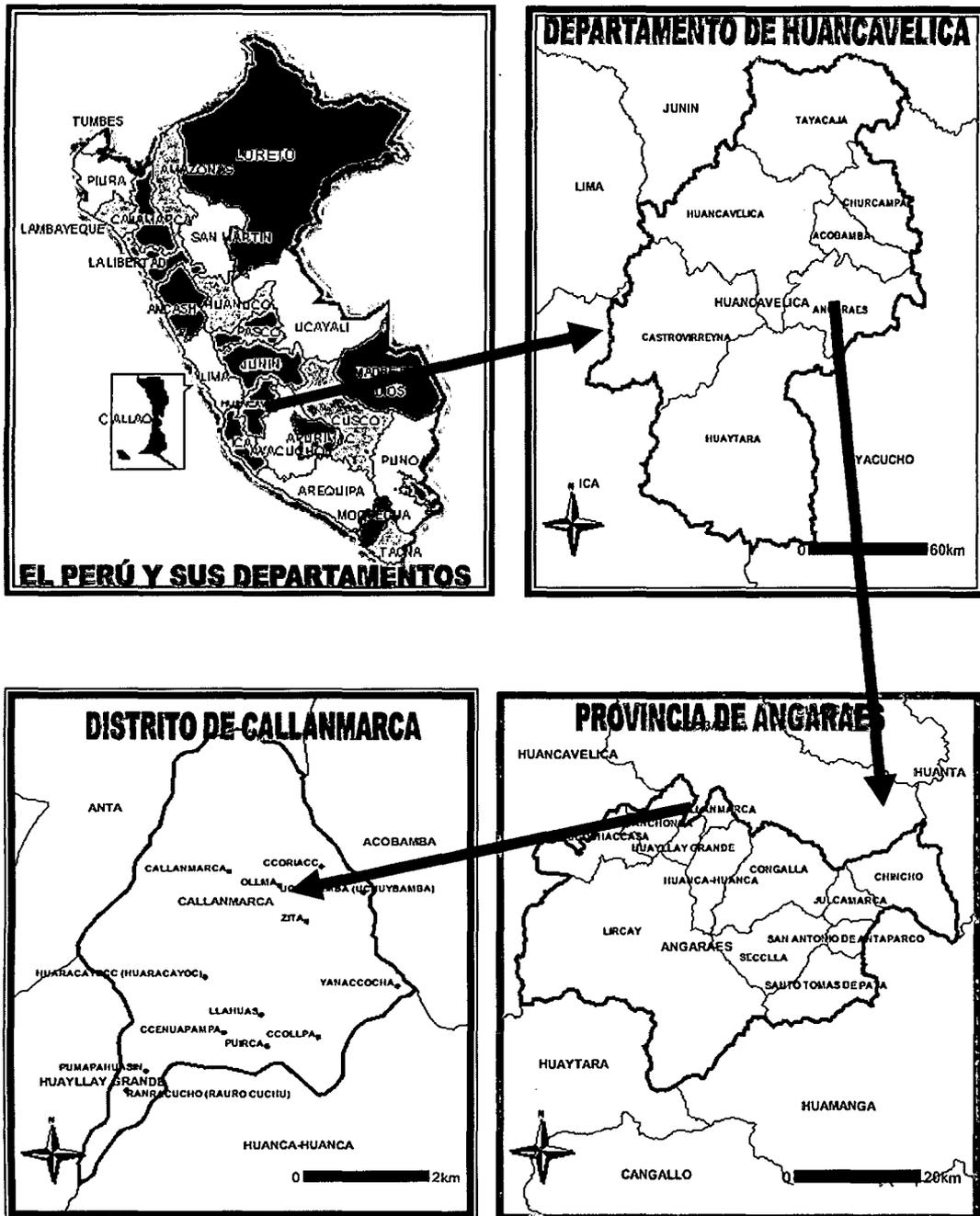


Figura 1. El distrito de Callamarca en la provincia y departamento de Huancavelica.

**f. Reseña histórica del distrito de Callanmarca**

El nombre Callanmarca proviene de la lengua quechua *Ccallallan*, que significa abundancia.

La historia Pre-inca e Inca del distrito de Callanmarca se ha difundido poco, sin embargo, los fósiles de los gentiles existentes en Willcamarca y Racca Racca, evidencian la existencia de los primeros pobladores de este distrito, quienes pertenecieron a la etnia "Anqara" y opusieron resistencia ante el expansionismo del inca Pachacutec.

Ya en la vida republicana de nuestro país, Callanmarca fue elevado a la categoría de distrito el 28 de febrero de 1,941, en el primer gobierno de Manuel Prado Ugarteche, mediante Ley N° 9354. Actualmente el distrito está dividido en dos barrios, separados por un puquial llamado Ccocha; margen derecho denominado Barrio Angaraes y margen izquierdo denominado Barrio Eccana; y posee dos anexos, Ccollpa y Pumapawasin.

El distrito tiene una extensión superficial de 2.602 ha, de las cuales, 1.745,57 ha (62,02%) abarcan la superficie no agrícola y 858.13 ha (32,98%) poseen aptitud agrícola, de éste último 212.56 ha se encuentran bajo riego y 645.57 ha en secano, distribuidas en propiedad comunal y parcelas individuales. Asimismo, gran parte del territorio del distrito es de topografía accidentada, con pendientes del 15° al 70° en la zona intermedia del valle.

Cabe resaltar que las chacras bajo riego datan desde el año 1930. Actualmente para abastecer de agua a estas chacras se tiene un reservorio y la aplicación del riego se efectúa mediante el sistema de riego por aspersión. En cambio, los suelos en condiciones de secano dependen de la precipitación.

### **3.2. Tipo de Investigación**

Descriptivo.

### **3.3. Nivel de Investigación**

Aplicada

### **3.4. Método de Investigación**

Inductivo - Deductivo.

### **3.5. Diseño de Investigación**

El Diseño utilizado en el presente trabajo de investigación es la Observacional (no experimental).

### **3.6. Población, Muestra, Muestreo**

#### **• Población**

El área evaluada se encuentra dentro del distrito de Callanmarca, dividido en 6 sectores (3 sectores en seco y 3 bajo riego) que hacen un total de 60 ha.

#### **• Muestras**

Se tomaron 1 kg de muestra de suelo de la capa arable por cada sector en estudio que hacen un total de 6 muestras. Asimismo, en el mismo sector donde se realizaron el muestreo de suelos se abrieron 02 calicatas por cada sector para evaluar algunas propiedades físicas y biológicas del suelo, haciendo un total de 12 calicatas.

#### **• Muestreo**

El muestreo de suelo y la apertura de las calicatas en cada sector se realizó siguiendo la metodología descrita por Schoeneberger et al. (1998).

### **3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

- Al principio se realizó el recorrido, reconocimiento y sectorización, actividad realizada en cada sector. Posteriormente se procedió con el muestreo de suelos en cada sector. Las muestras obtenidas fueron enviados para su análisis a: Laboratorio de Suelos de la FCA – UNH para evaluar algunas propiedades físicas y al Laboratorio de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Agraria La Molina (LASPAF-La Molina) para su análisis de caracterización.

- Apertura de calicatas y visualización de la profundidad efectiva, perfil del suelo y color del suelo. Asimismo, se aprovecho para realizar el conteo de lombrices presentes en la capa arable en una superficie de un m<sup>2</sup>.

### 3.8. Procedimiento de Recolección de Datos

- **Textura:** % de arena, limo y arcilla se determinó utilizando el método del hidrómetro en el Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Estructura y Color:** se determinó utilizando la Tabla Munsell en el Laboratorio de Suelos de la FCA - UNH.
- **Porosidad:** se determinó de utilizando tabla de interpretación del Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Permeabilidad:** se determinó de utilizando tabla de interpretación del Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Profundidad Efectiva:** se determinó en el campo en la apertura de las calicatas.
- **Pendiente:** se determino en el campo utilizando el Clinómetro.
- **Pedregosidad:** se determinó en campo utilizando la guía práctica de interpretación de suelos según Garrido (s/a).
- **Reacción de suelo (pH):** se determinó utilizando el potenciómetro de la suspensión suelo: agua de la relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2,5 en el Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** se determinó mediante la saturación con acetato de amonio, (CH<sub>3</sub> – COONH<sub>4</sub>) N, pH 7,0 en el Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Salinidad:** se determinó mediante la medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturaciones en el Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Carbonato:** se determinó utilizando el método del gasométrico en el Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Fósforo:** se determinó utilizando el método de Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub> = 0,5 M, pH 8,5 en el Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.

- **Potasio:** se determino utilizando el acetato de amonio ( $\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$ ) N, pH 7.0 en el laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup> cambiables:** se determinó mediante reemplazamiento con acetato de amonio, ( $\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$ ) N, pH 7,0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica en el laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Al<sup>+3</sup>,+ H<sup>+</sup>:** se determinó mediante el método del Yuan. extracción con KCl, N. en el laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Materia Orgánica:** se determinó mediante el método de Walkley y Black, oxidación del Carbono Orgánico con Dicromato de potasio.  
% M.O. = % Cx1,724. Laboratorio de suelos LASPAF La Molina.
- **Presencia de lombrices:** se determinó en el campo utilizando el método de observación y conteo directo en cada sector en estudio.
- **Secado y tamizado:** secado a la sombra a temperatura ambiente, tamizado a través de una malla de 2,0 mm. Posteriormente se guardaron en bolsas de plástico con sus respectivas tarjetas de identificación, actividad realizada en el laboratorio de suelos de la FCA - UNH.

### 3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos resultantes fueron procesadas utilizando la guía de interpretación de análisis de suelos propuesto por Guerrero (1998) y además se empleó el programa Minitab Versión 15 para las pruebas estadísticas.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

##### 4.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS

- **Textura**

Según la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), sistema utilizado por el laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Agraria la Molina; la textura de los suelos de los diferentes sectores (tabla 2) varía en sus clases texturales. Los suelos que corresponden a condición secano son suelos franco arcillosos, en cambio los suelos bajo riego en su mayoría son suelos francos

**Tabla 2. Clase Textural de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	CLASE TEXTURAL			
		% Arena	% Limo	% Arcilla	Interpretación
En secano	Wasirupaq	41	32	27	Franco Arcilloso
	Ccallanpampa	39	40	21	Franco
	Iskay Cruz	37	36	27	Franco Arcilloso
Bajo riego	Eccana	41	34	25	Franco
	Palirka	49	34	17	Franco
	Ismayaku	47	34	19	Franco

**Fuente:** Análisis de suelo – LASPAF - La Molina.

- **Estructura**

Las formas estructurales de los suelos evaluados (Tabla 3), muestra que la estructura de los suelos varían de estructura granular mediano a granular fino. Los suelos de condición seco en su mayoría fueron de estructura granular fino, en cambio los suelos bajo condición de riego son de estructura granular mediano.

**Tabla 3. Tipos de Estructura en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	FORMAS DE ESTRUCTURA
En seco	Wasirupaq	Granular fino
	Ccallanpampa	Granular mediano
	Iskay Cruz	Granular fino
Bajo riego	Eccana	Granular mediano
	Palirka	Granular mediano
	Ismayaku	Granular mediano

Fuente: Visualización en campo, según la guía de prácticas de edafología (UNALM, 2000).

- **Color**

Los colores de los suelos evaluados se muestran en la tabla 4, donde en su mayoría son suelos de color marrón amarillento seguido por el color marrón rojizo. Los suelos que corresponden a condición de seco son suelos de marrón amarillento, en cambio los suelos bajo riego predominan de color marrón rojizo a marrón amarillento.

**Tabla 4. Clases de color de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	COLORES
En seco	Wasirupaq	Marrón amarillento (10 YR 5/4)
	Ccallanpampa	Marrón amarillento (10 YR 5/4)
	Iskay Cruz	Marrón amarillento (10 YR 5/3)
Bajo riego	Eccana	Marrón amarillento (10 YR 5/4)
	Palirka	Marrón rojizo (2.5 YR 5/4)
	Ismayaku	Marrón rojizo (5 YR 4/3)

Fuente: Tabla Munsell.

- **Porosidad (%)**

La Porosidad de los suelos en los diferentes sectores (tabla 5), muestran en promedio valores 47,7% en condiciones de secano, en cambio bajo condiciones de riego es del 45%.

**Tabla 5. Porcentaje de Porosidad en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	POROSIDAD %	PROMEDIO %
En secano	Wasirupaq	49	47,7
	Ccallanpampa	45	
	Iskay Cruz	49	
Bajo riego	Eccana	45	45
	Palirka	45	
	Ismayaku	45	

**Fuente:** Tabla de interpretación de análisis de suelos – LASPAF - La Molina.

- **Permeabilidad (cm/h)**

La permeabilidad de los suelos en los diferentes sectores (tabla 6), muestran que los suelos que corresponden a condición de secano en promedio son suelos de permeabilidad lenta (de 0,96 cm/h); en cambio los suelos bajo condiciones de riego presentan una permeabilidad moderadamente lenta (1,3 cm/h).

**Tabla 6. Valores de Permeabilidad de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	PERMEABILIDAD cm/h	PROMEDIO cm/h	CLASE
En secano	Wasirupaq	0,8	0,96	Lento
	Ccallanpampa	1,3		
	Iskay Cruz	0,8		
Bajo riego	Eccana	1,3	1,3	Moderadament. Lento
	Palirka	1,3		
	Ismayaku	1,3		

**Fuente:** Tabla de interpretación de análisis de suelos – LASPAF - La Molina

- **Profundidad Efectiva (cm)**

La profundidad efectiva de los suelos en los diferentes sectores (tabla 7), en su mayoría son suelos de una profundidad efectiva que varía de 66,67 cm a 76,67 cm. Los suelos que corresponden a condición seco (76,67 cm); y bajo condiciones de riego (66,67 cm) son suelos medianamente profundos.

**Tabla 7. Valores de Profundidad Efectiva de los suelos de Callanmarca conducidos en condición de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	PROFUNDIDAD EFECTIVA cm.	PROMEDIO cm.	CLASES
En seco	Wasirupaq	70	76,67	Mediano
	Ccallanpampa	80		Mediano
	Iskay Cruz	70		Mediano
Bajo riego	Eccana	90	66,67	Mediano
	Palirka	55		Mediano
	Ismayaku	65		Mediano

Fuente: Decreto Supremo N° 0062/75 – AG.

- **Pendiente (%)**

La pendiente de los suelos en los diferentes sectores (tabla 8), varían de 35% a 51%. Los suelos que corresponden a condición en seco son suelos fuertemente inclinados (35%), en cambio los suelos bajo riego son extremadamente inclinados (51%).

**Tabla 8. Valores de la pendiente de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	PENDIENTE %	PROMEDIO %	CLASES
En seco	Wasirupaq	50	35	Fuerte inclinado
	Ccallanpampa	24		Muy inclinado
	Iskay Cruz	31		Fuerte inclinado
Bajo riego	Eccana	51	51	Fuerte inclinado
	Palirka	58		Extremadamente
	Ismayaku	31		Fuerte inclinado

Fuente: Decreto Supremo N° 0062/75 – AG.

- **Pedregosidad %**

La pedregosidad de los suelos en los diferentes sectores evaluados se muestra en tabla 9, en su mayoría varían de 1% a 5%. Los suelos que corresponden a condición en seco (1,67%) y bajo riego (3,33%) son suelos ligeramente pedregosos.

**Tabla 9. Porcentaje de Pedregosidad de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	PEDREGOSIDAD %	PROMEDIO %	CLASES
En seco	Wasirupaq	2	1,67	Ligeramente pedregoso
	Ccallanpampa	1		Ligeramente pedregoso
	Iskay Cruz	2		Ligeramente pedregoso
Bajo riego	Eccana	5	3,33	Ligeramente pedregoso
	Palirka	3		Ligeramente pedregoso
	Ismayaku	2		Ligeramente pedregoso

Fuente: Decreto Supremo N° 0062/75 – AG.

#### 4.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

- **Reacción del Suelo (pH)**

La reacción del suelo (pH) en los diferentes sectores evaluados (tabla 10), muestran que los suelos en condiciones de seco en promedio son suelos moderadamente ácidos (pH=5,83); en cambio los suelos bajo riego son ligeramente alcalinos (pH=7,56).

**Tabla 10. Valores de Reacción del Suelo (pH 1:1) de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	pH (1:1)	PROMEDIO	CLASES
En seco	Wasirupaq	5,81	5,83	Moderadamente ácido
	Ccallanpampa	5,44		Fuertemente ácido
	Iskay Cruz	6,25		Ligeramente ácido
Bajo riego	Eccana	7,68	7,56	Ligeramente alcalino
	Palirka	7,76		Ligeramente alcalino
	Ismayaku	7,26		Ligeramente alcalino

Fuente: Análisis de suelo – LASPAF - La Molina.

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC - meq/100 g de suelo)**

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos evaluados (tabla 11) en promedio varían de 18,03 meq/100 g a 29,89 meq/100 g. Los suelos conducidos en seco son suelos de alta fertilidad (29,89 meq/100 g de suelo); en cambio los suelos bajo riego son de fertilidad media (18,03 meq/100 g de suelo).

**Tabla 11. Clases de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	CIC meq/100 g	PROMEDIO	CLASE
En seco	Wasirupaq	25,92	29,89	Alto
	Ccallanpampa	15,36		Medio
	Iskay Cruz	18,40		Medio
Bajo riego	Eccana	20,48	18,03	Medio
	Palirka	12,80		Bajo
	Ismayaku	20,80		Medio

Fuente: Análisis de suelo – LASPAF - La Molina.

- **Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) %**

El contenido de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) de los suelos evaluados (tabla 12), varían en promedio de 0% a 5,67% de CaCO<sub>3</sub>. Los suelos en seco poseen bajo contenido de carbonatos, en cambio los suelos de bajo riego en su mayoría poseen alto contenido de carbonatos.

**Tabla 12. Porcentaje de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	CaCO <sub>3</sub> %	PROMEDIO	CLASE
En seco	Wasirupaq	0,00	-----	Bajo
	Ccallanpampa	0,00		Bajo
	Iskay Cruz	0,00		Bajo
Bajo riego	Eccana	7,60	5,67	Alto
	Palirka	8,10		Alto
	Ismayaku	1,00		Medio

Fuente: Tabla de interpretación de análisis de suelos – LASPAF (La Molina).

- **Salinidad (CE - dS/m)**

La salinidad de los suelos en los diferentes sectores evaluados (tabla 13), muestran que los suelos varían en su contenido de sales de 0,16 dS/m a 0,46 dS/m. Los suelos en seco (0,16 dS/m) y bajo riego (0,46 dS/m) son suelos sin problema de sales.

**Tabla 13. Salinidad (CE) de los suelos de Callamarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**

CONDICIÓN	SECTORES	CE (1:1) dS/m	PROMEDIO dS/m	CLASES
En seco	Wasirupaq	0,13	0,16	Muy ligeramente salino
	Ccallanpampa	0,16		Muy ligeramente salino
	Iskay Cruz	0,20		Muy ligeramente salino.
Bajo riego	Eccana	0,42	0,46	Muy ligeramente salino
	Palirka	0,39		Muy ligeramente salino
	Ismayaku	0,59		Muy ligeramente salino

**Fuente:** Análisis de suelo y la tabla de interpretación - LASPAF - La Molina.

- **Contenido de nutrientes**

- a. **Fósforo (ppm)**

El fósforo de los suelos en los diferentes sectores evaluados (tabla 14), muestran valores promedios de 7,87 ppm a 16,5 ppm. Los suelos en seco poseen contenido medio en P (16,5 ppm); en cambio los suelos bajo riego en promedio poseen contenido medio de fósforo (7,87 ppm).

**Tabla 14. Contenido de Fósforo de los suelos de Callamarca en condiciones de seco y bajo riego**

CONDICIÓN	SECTORES	FOSFORO ppm	PROMEDIO	CLASE
En seco	Wasirupaq	21,7	16,5	Alto
	Ccallanpampa	14,1		Alto
	Iskay Cruz	13,7		Medio
Bajo riego	Eccana	12,0	7,87	Medio
	Palirka	5,0		Bajo
	Ismayaku	6,6		Bajo

**Fuente:** Análisis de suelo y tabla de interpretación - LASPAF - La Molina.

#### a. Potasio(ppm)

El potasio de los suelos en los diferentes sectores evaluados se muestra en la tabla 15. En promedio los suelos en secano (108 ppm K) y bajo riego (299 ppm K) poseen contenido medio en K.

**Tabla 15. Contenido de Potasio en condiciones de secano y bajo riego en los suelos del distrito de Callanmarca.**

CONDICIÓN	SECTORES	POTASIO ppm	PROMEDIO ppm	CLASE
En secano	Wasirupaq	109	108	Medio
	Ccallanpampa	117		Medio
	Iskay Cruz	99		Bajo
Bajo riego	Eccana	221	299	Medio
	Palirka	266		Alta
	Ismayaku	200		Medio

Fuente: Análisis de suelo y tabla de interpretación - LASPAF - La Molina.

#### 4.1.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

- **Materia Orgánica (%)**

La materia orgánica de los suelos evaluados se muestra en la tabla 16. Los suelos en secano poseen en promedio contenido medio en materia orgánica (2%), en cambio los suelos bajo riego presentan bajo contenido (1,04%).

**Tabla 16. Contenido de Materia Orgánica en condiciones de secano y bajo riego en los suelos del distrito de Callanmarca.**

CONDICIÓN	SECTORES	M O %	PROMEDIO %	CLASE
En secano	Wasirupaq	1,56	2	Bajo
	Ccallanpampa	2,05		Medio
	Iskay Cruz	2,14		Medio
Bajo riego	Eccana	1,60	1,04	Bajo
	Palirka	0,64		Bajo
	Ismayaku	0,87		Bajo

Fuente: Análisis de suelo y tabla de interpretación - LASPAF - La Molina.

- **Número de Lombrices**

El número de lombrices por metro cuadrado de los suelos evaluados en los diferentes sectores se muestra en la tabla 17, donde en condiciones

de secano poseen en promedio 12 individuos, en cambio en suelos bajo riego presenta 22 individuos.

**Tabla 17. Número de lombrices por m<sup>2</sup> en condiciones de secano y bajo riego en los suelos del distrito de Callanmarca.**

CONDICIÓN	SECTORES	NUMERO DE LOMBRICES	PROMEDIO
		Por m <sup>2</sup>	Por m <sup>2</sup>
En secano	Wasirupaq	10	12
	Ccallanpampa	18	
	Iskay Cruz	8	
Bajo riego	Eccana	30	22
	Palirka	14	
	Ismayaku	23	

**Fuente:** Análisis de suelo y tabla de interpretación - LASPAF - La Molina.

## CAPITULO IV

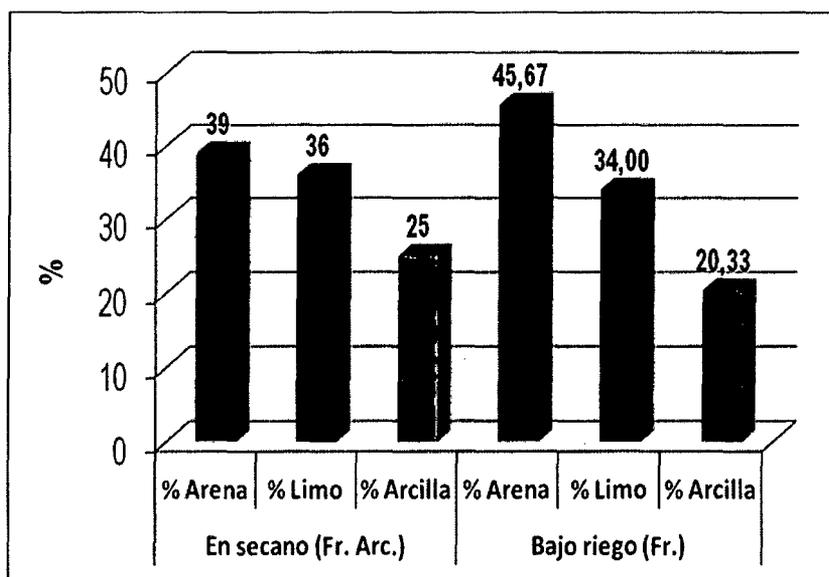
### DISCUSIONES

#### 4.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS

- **Textura**

En la figura 2, se muestra que los suelos en secano pertenecen a clase textural franco arcilloso; en cambio los suelos bajo riego poseen textura franca. Al respecto diversos trabajos sostienen que los suelos de la sierra son suelos de textura media a pesada, debido principalmente a la presencia de la precipitación que varía de 500 a 1000 mm. Según la clase textural determinada podemos inferir que, tanto los suelos bajo riego como en secano, son óptimos para la agricultura y favorecen a la producción de cosechas (Perales, 2010).

**Figura 2. La textura de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**



Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

- **Estructura**

La estructura se define como la forma en que se unen las distintas partículas minerales para constituir los agregados, así como por la ordenación o disposición de estos entre sí (Domínguez, 1993). Aunque, en ambas condiciones, en secano y bajo riego, se realizan las labranzas empleando yunta, los suelos bajo condiciones de riego poseen estructura granular mediana, esto podría deberse al porcentaje de textura a pesar del continuo laboreo al que está sometido dichos suelos para la producción de cosechas (2 campañas al año). En cambio, los suelos en condiciones de secano mayormente están en descanso o se realiza una sola campaña al año, lo que evitaría la destrucción de la estructura del suelo (Figura 3). Sin embargo, ambos suelos poseen desde un punto de vista agronómico suelos con buena estructura (Porta *et al.*, 2009).

**Figura 3. Estructura en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**



- **Color**

La determinación del color del suelo se realiza mediante los patrones de color establecidos en la tabla Munsell. El color rojo está relacionado con los óxidos de hierro, el color marrón por la presencia de materia orgánica (Perales, 2010). Los suelos en secano presentan el color marrón

amarillento debido al contenido de óxido hidratado de  $Fe^{+3}$ , en cambio los suelos bajo riego en su mayoría son suelos de color marrón rojizo. De los suelos estudiados los que mayormente resaltan por sus características productivas son los de color marrón que indican presencia de materia orgánica (Moreno *et al.*, 2010) (Figura 4).

**Figura 4. Color de suelo de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

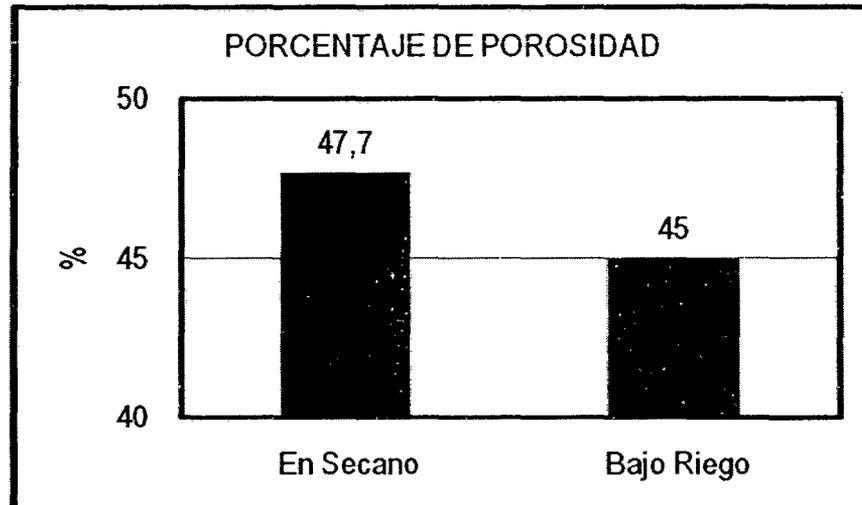


Fuente: Tabla Munsell.

- **Porosidad (%)**

Los suelos en secano y bajo riego poseen una adecuada porosidad, permitiendo el adecuado intercambio gases, así como el almacenamiento del agua en suelo. Al respecto Jordán (2006) indica que, la porosidad del suelo varía según el grado de desarrollo y el tipo de estructura que posee. Normalmente, los suelos mejor estructurados, poseen un contenido apreciable de arcilla y materia orgánica (Figura 5).

**Figura 5 Porcentaje de Porosidad de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

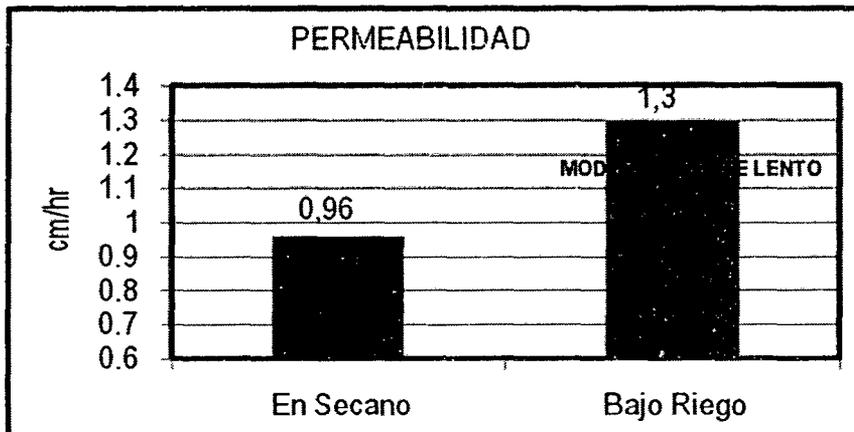


Fuente: Tabla de interpretación - LASPAF - La Molina.

- **Permeabilidad (cm/h)**

La permeabilidad es el grado de movimiento del agua a través del suelo y se halla directamente relacionado con la textura, estructura y compactación. Se tiene una permeabilidad de regular a buena en los suelos estudiados por clase de textura y estructura que presentan. La capacidad del agua para penetrar en el suelo varía en forma considerable, siendo en promedio para el suelo en secano de 0,96 cm/h, en cambio en los suelos bajo riego es de 1,33 cm/h. Los suelos con estructura bien desarrollada o de textura gruesa permite la libre entrada de la humedad, mientras que las arcillas masivas son prácticamente impermeables (Fitzpatrick, 1993) (Figura 6).

Figura 6. Valores de Permeabilidad de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.

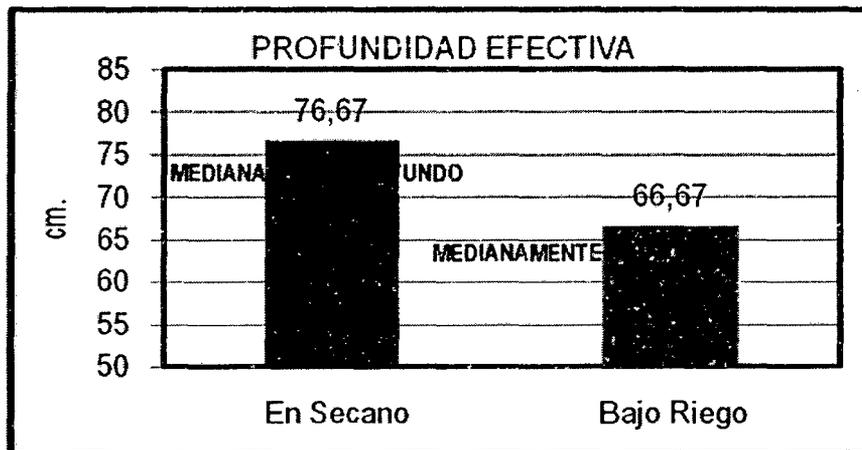


Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

• **Profundidad Efectiva (cm)**

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos (Jong et al., 1983). Al respecto, la profundidad efectiva de los suelos evaluados (figura 7), tanto en suelos en secano (76,67 cm) como bajo riego (66,67 cm) son medianamente profundos y está influenciado por la pendiente del suelo. Asimismo, los suelos más inclinados son suelos más superficiales y limita la producción agrícola (D.S. 062/75 AG). Sin embargo, podemos resaltar que la profundidad efectiva determinada en estos suelos son adecuadas para los cultivos que normalmente se instalan en estas chacras (Cisneros, 2003).

Figura 7. Profundidad efectiva de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.



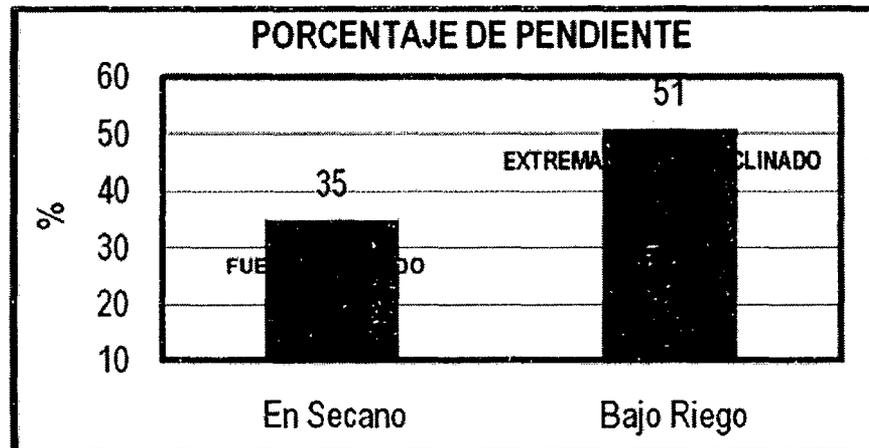
Fuente: Datos obtenidos en fase de campo.

- **Pendiente (%)**

La pendiente influye sobre el transporte de partículas de la superficie del suelo, favoreciendo el transporte de las partículas más finas. En la parte de las laderas, donde predominan los procesos de arrastre, el suelo va empobreciendo progresivamente (Jordán, 2006).

Los suelos en seco poseen en promedio una pendiente del 35%, categorizada como fuertemente inclinado; en cambio los suelos bajo riego son aun más pronunciadas (51%), clasificada como extremadamente inclinado (D.S. 062/75 AG). Aunque para las condiciones de nuestra región es normal y las diversas actividades se han adecuado, incluso para facilitar la labranza y las actividades de riego (figura 8).

**Figura 8. Porcentaje de la pendiente de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

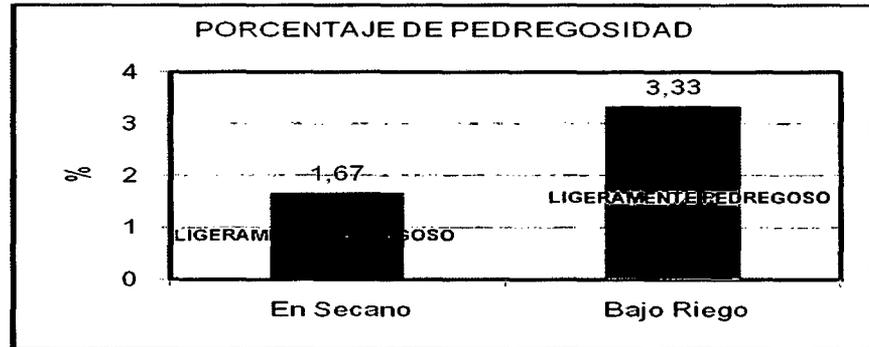


Fuente: Datos obtenidos en fase de campo.

- **Pedregosidad (%)**

La pedregosidad es la proporción relativa de piedras y rocas de más de 25 cm de diámetros que se encuentran en la superficie. El suelo moderadamente pedregoso varía de 1 a 15%, esta categoría no tiene problemas para la labranza. En cambio, el suelo pedregoso varía de 15 a 50% e impide el uso de la maquinaria agrícola y así también tienen poco almacenamiento de humedad y es muy permeable (D.S. 062/75 AG). Al respecto, los suelos en secano y bajo riego de las chacras de Callanmarca no tienen problemas de pedregosidad, por tanto las diferentes actividades de preparación de suelos se lleva a cabo sin dificultad, así como las labores de aporque, desterroneo y cosecha de tubérculos, además no presentan resistencia al desarrollo radicular (figura 9).

Figura 9. Porcentaje de Pedregosidad en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.



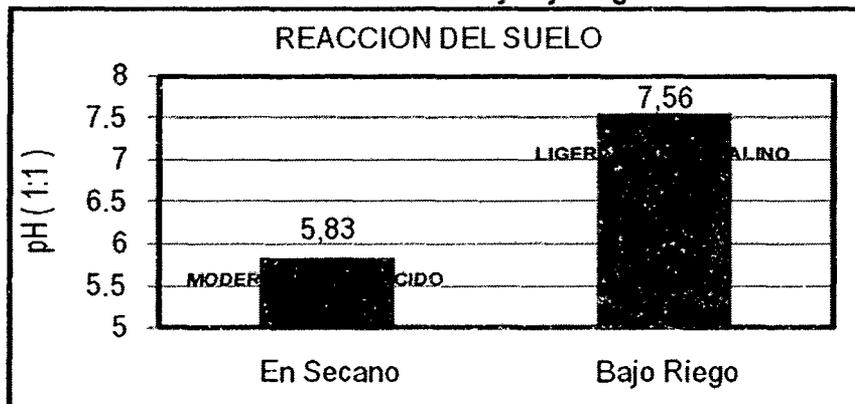
Fuente: Datos obtenidos en fase de campo.

#### 4.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

- **Reacción del suelo (pH)**

El pH juega un papel importante en la adaptabilidad de las especies vegetales, en la vida de los microorganismos y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Zavaleta, 1992; Fassbender *et al.*, 1994). Los suelos evaluados poseen diferentes valores de pH, así los suelos en secano son suelos moderadamente ácidos (pH=5,83); en cambio los suelos bajo riego presentan un pH de 7,56 y es considerado como ligeramente alcalino. Esta diferencia se puede inferir a la baja temperatura y la acumulación de la materia orgánica debido a la ubicación de los suelos en secano (3792 msnm), los que estarían influyendo en la acidificación del suelo. En cambio los suelos bajo riego estarían siendo influenciados por el material madre calcáreo.

Figura 10. Reacción del suelo (pH) en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.

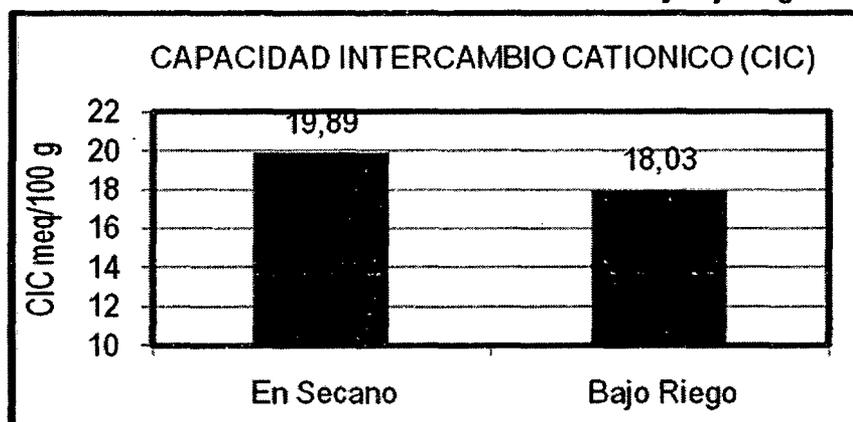


Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC - meq/100 g)**

La CIC puede definirse como la capacidad total de los coloides del suelo (arcilla y materia orgánica) para intercambiar cationes con la solución del suelo (Jordán, 2006). En las evaluaciones realizadas en ambos suelos, en secano y bajo riego, determinamos que ambos suelos presentan valores similares de CIC, siendo 19,89 meq/100 g de suelo para los suelos en secano y de 18,03 meq/100 g de suelo bajo riego, lo que nos indica que son suelos de mediana fertilidad (figura 11)

Figura 11. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.

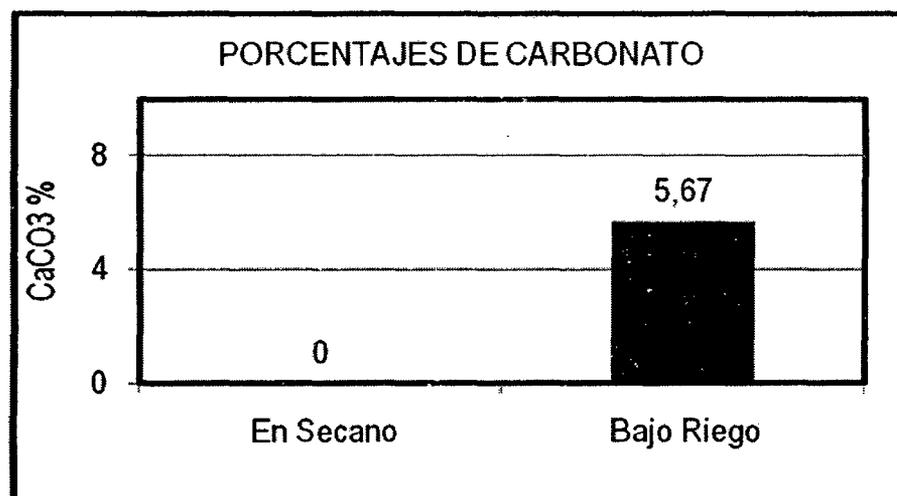


Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

- **Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3\%$ )**

Respecto al contenido de carbonatos, se ha determinado que los suelos en descanso poseen un valor 0% de  $\text{CaCO}_3$ , en cambio los suelos bajo condición de riego tienen un promedio de 5,67%  $\text{CaCO}_3$ . Esta diferencia posiblemente se debe a la presencia de carbonatos procedentes del material parental en los suelos bajo riego, los que se han podido visualizar en la apertura de calicatas. En cambio en los suelos en secano no se ha detectado la presencia de carbonatos en la apertura de calicatas (Rowell, 1994)

**Figura 12. Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3\%$ ) en los suelos de Callanmarca conducidos bajo condiciones de secano y bajo riego.**

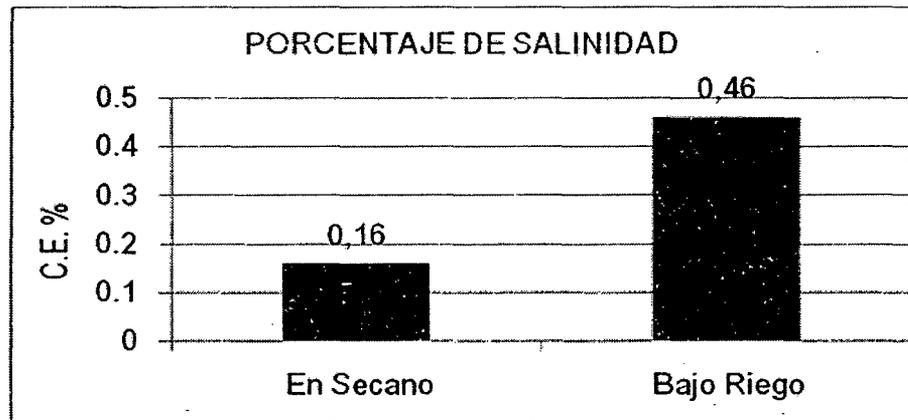


Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

- **Salinidad (CE) dS/m**

Los suelos de los diferentes sectores del distrito de Callanmarca no presentan problemas de salinidad, como los que muestran los datos determinados en ambas condiciones de suelo. Esto podría deberse a la presencia de la precipitación que varía de 500 a 1000 mm. Por lo que los diferentes cultivos a instalar no están sujetos a ser afectados por las sales (Fassbender *et al.*, 1994)

Figura 13. Contenido de Salinidad (CE) en los suelos de Callanmarca conducidos bajo condiciones de secano y bajo riego.



Fuente: Análisis de suelos – LASPAF - La Molina.

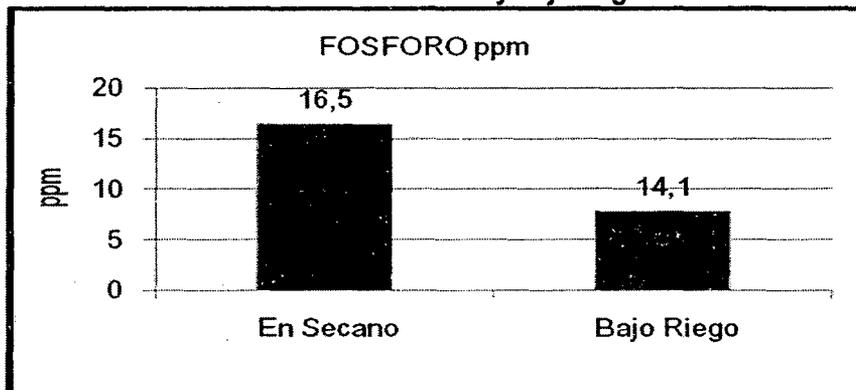
- **Contenido de nutrientes**

- a) **Fósforo ppm**

El fósforo en los suelos es relativamente estable y poco móvil. La cantidad total de fósforo en el suelo tiene poca relación con la disponibilidad de fósforo para las plantas (Azabache, 2003). Asimismo, las plantas absorben el fósforo en forma de ácido fosfórico, el cual es utilizado como una fuente de energía muy importante en todos los procesos bioquímicos (Fassbender *et al.*, 1994).

Ambos suelos poseen alto contenido de P, en promedio los suelos en secano poseen 16,5 ppm de P y bajo riego es de 14,1 ppm. Aunque, ambos suelos poseen alto contenido de P en el suelo, posiblemente en los suelos bajo riego y en secano se muestren deficiencias de P en las plantas debido al pH del suelo, factor que influye en su disponibilidad (Fitzpatrick, 1987) (figura 14).

**Figura 14. Contenido Fósforo en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**

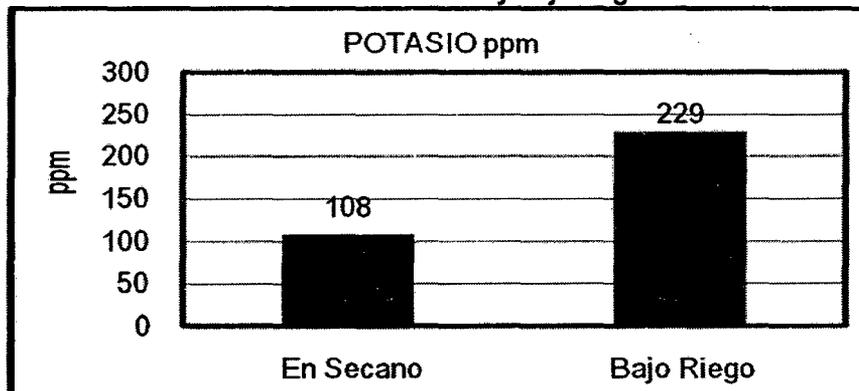


Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

**b) Potasio ppm**

El contenido de potasio varía en ambos suelos, en secano y bajo riego, sin embargo, según la tabla de interpretación propuesta por Guerrero (1998) y los sugeridos por el LASPAF - La Molina, corresponden al contenido medio. De acuerdo al pH del suelo se puede inferir que los cultivos instalados en los suelos en secano, posiblemente presenten deficiencias de K, en cambio los cultivados suelos bajo riego no presentarían esta deficiencia (Azabache, 2003) (figura 15).

**Figura 15. Contenido de Potasio en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.**



Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

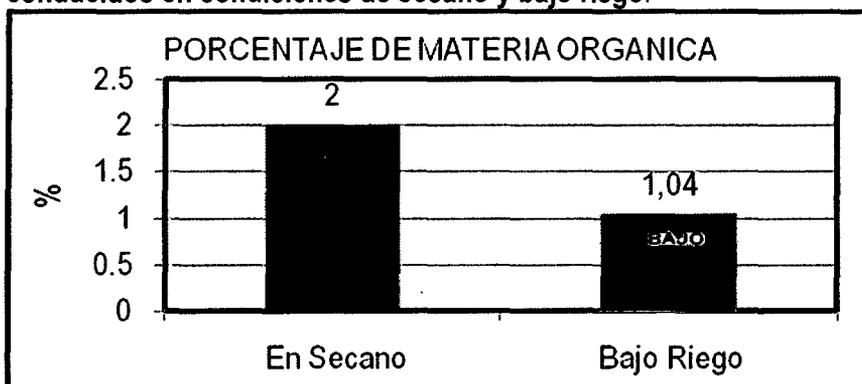
#### 4.2.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS

- **% de Materia Orgánica**

La materia orgánica constituye uno de los componentes fundamentales que representa la fertilidad del suelo. Tiene la habilidad de retener cationes, de tal manera que los nutrientes pueden ser adsorbidos y ser usados por la planta cuando lo necesite (Arca, 1984).

El porcentaje de materia orgánica determinado en los suelos evaluados (figura 16), muestran que el contenido de materia orgánica en los suelos en seco es diferente a los contenidos en suelos bajo riego. Los suelos en seco poseen mayor contenido de materia orgánica, esta superioridad de acumulación podría deberse a la baja temperatura ambiental presente en dichas zonas, la reducida humedad del suelo y el pH ácido que limita la proliferación principalmente de las bacterias, los que no ayudarían su mineralización. En cambio en los suelos bajo riego, la continua aplicación del agua de riego, el pH adecuado para el crecimiento de los microorganismos, principalmente de las bacterias, la temperatura ambiental y el continuo laboreo, contribuirían a su mineralización, evitando de esta manera su acumulación.

**Figura 16. Materia Orgánica en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**



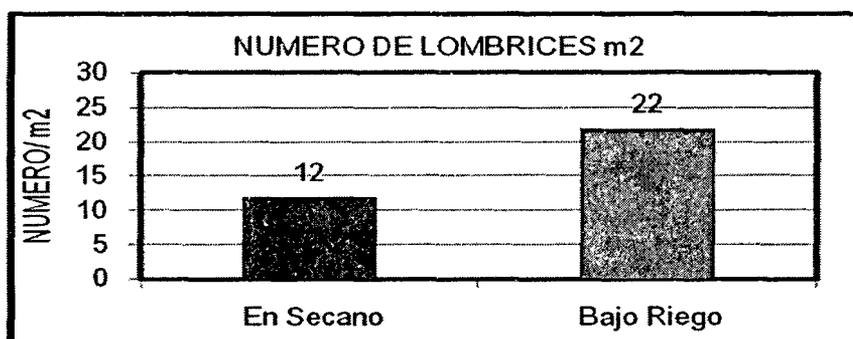
Fuente: Análisis de suelos - LASPAF - La Molina.

- **Número de Lombrices**

La materia orgánica que ha pasado por la lombriz, comparada con la tierra vecina es muy diferente, ya que tiene aproximadamente, 5 veces más nitrógeno, 7 veces más potasio, el doble de calcio y de magnesio (Suquilanda, 1995; Nascimento *et al.* 2004).

El número de lombrices evaluadas en los suelos en seco con respecto a los suelos bajo riego, poseen diferente número de lombrices por metro cuadrado. Los suelos en seco en promedio poseen menor número de lombrices (12 individuos), este bajo número de lombrices posiblemente esté influenciado por la ausencia de la humedad, temperatura y el pH del suelo. En cambio en los suelos bajo riego, el continuo suministro de agua de riego a las chacras, la temperatura y el pH alcalino del suelo favorecerían su multiplicación (Guerrero, 1993) (figura 17).

**Figura 17. Número de Lombrices por m<sup>2</sup> en los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de seco y bajo riego.**



Fuente: Datos obtenidos en fase de campo.

## CONCLUSIONES

- Los suelos de las chacras de Callanmarca poseen la clase textural Franco y Franco arcilloso. Asimismo, son suelos medianamente profundos y con reducida presencia de pedregosidad, además presentan coloración marrón amarillento en seco y marrón rojizo bajo riego.
- Con respecto a las propiedades químicas, los suelos en seco poseen alto contenido de P con respecto al suelo bajo riego; en cambio en contenido de Potasio ambos suelos poseen contenido medio. Se puede afirmar que ambos suelos poseen fertilidad media como se muestra en los valores de la CIC. Asimismo, son suelos con bajo contenido de sales, de modo que los diferentes cultivos que se instalen en estas chacras no presentarán estrés salino. Igualmente, se ha determinado que los suelos en seco son pobres en carbonato de calcio (0% de  $\text{CaCO}_3$ ) en comparación con los suelos conducidos bajo riego (5,67%  $\text{CaCO}_3$ ), esta cualidad podría influir en la calidad de las cosechas.
- Con respecto a las propiedades biológicas, se han determinado que los suelos en seco en promedio poseen mayor contenido de materia orgánica que los suelos conducidos bajo riego, siendo de 2% y 1,04%, respectivamente. En cambio, se ha cuantificado mayor número de lombrices por metro cuadrado en los suelos en bajo riego, cuyos valores varían de 14 a 30 lombrices, que los suelos en seco quienes poseen de 8 a 18 individuos.

## RECOMENDACIONES

- En ambos suelos, en secano y bajo riego, se recomienda aplicar fuentes orgánicas como el abono verde, estiércoles u otras fuentes orgánicas a fin de incrementar el contenido de materia orgánica.
- Dado el contenido medio de fertilidad en ambos suelos, se sugiere aplicar dosis media de fertilización.
- Los suelos del sector Ccallanpampa son de pH fuertemente ácido, por lo que se recomienda sembrar cultivos tolerantes a la acidez como papa y avena, y además adicionar fuentes calcáreas para mejorar el pH del suelo.
- Dado el número elevado de lombrices en cada condición de suelo, se recomienda realizar trabajos de identificación taxonómica de lombrices.
- Los suelos bajo riego son de pH ligeramente alcalino, por lo que se recomienda realizar aplicaciones foliares a base de micronutrientes.
- Con la finalidad de tener un historial científico de los suelos del distrito de Callanmarca, se recomienda continuar con futuras investigaciones sobre su clasificación taxonómica.
- A los agricultores de Callanmarca se recomienda utilizar esta Dosis Promedio de Abonamiento para los suelos de Callanmarca conducidos en condiciones de secano y bajo riego.

Condición	Sector	cultivos	Rdto propuesto t/ha	Dosis promedio de abonamiento		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
En Secano	Wasirupaq	papa	30	150	100	200
		cebada	2	30	20	30
	Ccallanpampa	papa	30-40	120	75	180
	Iskay Cruz	trigo	1,5-2	30	13	23
Bajo Riego	Eccana	maiz	2-2,5	120	50	50
		papa	20	100	60	120
	Palirka	maiz	2	24	11	20
		Arveja verde	4	60	50	40
	Ismayaku	maiz	2,5	30	15	25
		papa	20	120	80	120

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arca BM, editor. *El suelo y la planta*. Lima - Perú. Nets editores. Tomo 4. Biblioteca Agropecuaria del Perú; 1984.

Ball BC, Campbell DJ, Hunter EA, editor. *Suelo compatible en relación con propiedades físicas y orgánicas*. Reino Unido; 2000.

Bohn HL, Mcneal BL, Connor GA, editores. *Química del Suelo*. Mexico. LIMUSA S.A. 1ra Edición; 1993.

Casanova PM, Vera EM, Luzio L, Salazar GOE, editores *Edafología. Guía de Clases Prácticas*. FCA - UCH - Chile; 2004.

Cisneros AR, *Apuntes de la materia de riego y drenaje*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México; 2003.

Cuesta MP y Villaneda VE, editores. *El análisis de suelos: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera*. Manual técnico de recursos forrajero. Bolivia; 2008.

De La Cruz VD, editor. *Descripción Físico - Químico y Clasificación de Suelos en dos Comunidades Nativas del Distrito Rio Tambo - Satipo*. EAPAT - FCA - UNCTP. Junín - Perú; 2009.

Fassbender HW y Bornemisza E, editores. *Química del Suelo. Con Énfasis en Suelos de America latina*. Costa Rica. 420 pág. : IICA. 1era reimpression; 1994.

Fitzpatrick EA, editor. *Suelos, formación, clasificación y distribución*. México. Editorial continental. Tercera impresión; 1987.

Garnica J, editor. *Caracterización Físico - Químico de los suelos de la localidad de Puna*. Potosi - Bolivia; 2010.

Guerrero B, editor. *Abonos orgánicos*. Lima - Perú: RAAA; 1993.

Jong R, editor. *Curvas de desorción de agua de suelo*. Canadá. Diario canadiense de suelo; 1983.

Jordan AL, editor. *Manual de Edafología*. UV. DCMQ. España; 2006.

Lavado RS, *salinización y sodificación de suelos de produccion agricola extensivo por riego complementario*. En alteracion de la fertilidad de los suelos taboada. M A, y Lavado RS (Editores). EDITORIAL FA- UBA. 163 pág, Buenos Aires; 2009.

Llimpe AC, editor. *Evaluación de la calidad de los suelos del predio "Hacienda Pampa de la Comunidad de choclococha - Yanacocochoa - Chilcapite - Pomacocha - Huancavelica"* EAPA - FCA - UNH. Acobamba - Huancavelica; 2012.

Lorenz G, *Caracterización ecológica del suelo*. Bosque chaco semiárido. Argentina; 1995

Moreno RH, Blanquer JM e Ibañez AS, editores. *El color del suelo*. UPV. Sevilla -España; 2010.

M Torres Duggan, Álvarez CR, MA Taboada, E chamorro, DD Ambrosio, T Celesti, F Vignarolli. *Riego complementario en sistemas productivos: influencias sobre las propiedades físicas y químicas del suelo*. Trabajo presentado en el congreso XXII Argentino de la Ciencia del Suelo, Rosario: 2010.

Nascimento C, A Barros, D Melo y A oliveira. *Alteracoes quimicas em solos em crescimento de milho e feioero apos aplicacao de lodo de esgoto*. Revista brasileira de ciencia del solo. 385-395 pág, Brasileira; 2004.

NRCS *the color of soil* NRCS USDA URL. 2002.  
<http://soils.usda.gov/education/resources/k12/lessons/color/index.html>.

Perales AA, editor. *Edafología*. Copias Mimeografiadas. EAPA.FCA.UNH. Acobamba - Huancavelica; 2010.

Pilatti MA, S Imhoff, P Ghiberto & RP Marano. *Changes in some physical properties of mollisols induced by supplemental irrigation*. Geoderma 133: 431-443 pág. 2005

Porta CJ, López A, Regurin M, Roquero DLC, editores. *Edafología, para la agricultura y el medio ambiente*. España. 929 pág, Ediciones Mundi Prensa; 2003.

Schoeneberger PJ, Wysocki DA, Benham EC and Broderson WD. *Field book for describing and sampling soil*. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE; 1998.

Suna H, editor. *Caracterización Ecológica de Suelos*. Parque Ecologico Distrital de Montaña Entre nubes. Bogota - Colombia; 2010.

Suquilanda MV, editor. *Agricultura orgánica*. Quito - Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario; 1996.

Zavaleta A, editor. *Edafología*. Lima - Perú: CONCYTEC; 1992

Reyes MO, editor. *Caracterización del estado actual de los suelos*. UNANL. FACT. CAT. Nicaragua; 2010.

**Fuentes de Información Complementaria.**

Decreto Supremo N° 0062/75 – AG. *Reglamento de Clasificación de tierras*. Lima – Perú; 1975.

*Tabla de interpretación del laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes* – Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú, 2013.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICO DE SUELOS DEL DISTRITO DE CALLANMARCA - ANGARAES – HUANCAVELICA

## CHARACTERISATION PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL SOIL OF DISTRICT OF CALLANMARCA - ANGARAES - HUANCAVELICA

Efraín Gabriel QUISPE ÑAHUI & Gregorio José ARONE GASPAR

### RESUMEN

El presente estudio de investigación se realizó en el distrito de Callanmarca, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, al inicio de la campaña agrícola 2013 – 2014. El objetivo fue caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos: En seco y Bajo Riego. Se ha determinado que la clase textural de estos suelos varían de franco a franco arcilloso, son de estructura granular fino a granular mediano, de color marrón amarillento y color marrón rojizo, presentan un profundidad efectiva de ligera a moderadamente profunda, respectivamente.

En las propiedades químicas, se han determinado suelos ácidos en condición de seco y alcalino bajo riego. Cabe resaltar que los suelos en seco son pobres (0%) en el contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), pero altos en P y medio en K. En cambio los suelos bajo riego poseen 5,67% de  $\text{CaCO}_3$ , medio en P y K. Según los valores de la CIC ambos suelos presentan fertilidad media, asimismo, no presentan problemas de salinidad. Con respecto al contenido de materia orgánica, los suelos en seco poseen contenido medio (2%) y bajo riego son suelos pobres (1,04%). En cambio se ha determinado mayor número presencia de lombrices en suelos bajo riego con respecto a los suelos en seco.

**Palabras Claves:** Caracterización de suelos, propiedades físicas, químicas y biológicas, suelos de zona andina.

## ABSTRACT

The present study of investigation Huancavelica's department was realized in Callanmarca's district, Angaraes's province, to the beginning of the agricultural campaign 2013 - 2014. The aim was to characterize the physical, chemical and biological properties of the soils: In dryness and Under Irrigation. One has determined that the class textural of these soils change from Franc to clayey Franc, they are of granular structure I die to granulating medium, of brown yellowish color and brown reddish color, they present one effective profundidad of light to moderately deep, respectively. In the chemical properties, acid soils have decided in condition of dryness and alkaline low irrigation. It is necessary to highlight that the soils in dryness are poor (0 %) in the content of carbonate of calcium ( $\text{CaCO}_3$ ), but high places in P, and I happen in K. On the other hand the soils under irrigation possess 5,67 % of  $\text{CaCO}_3$ , I happen in P and K. According to the values of the CIC both soils present average fertility, likewise, they do not present problems of salinity. With regard to the content of organic matter, the soils in dryness possess average content (2 %) and under irrigation they are poor soils (1,04 %). On the other hand major number has decided attends of worms in soils under irrigation with regard to the soils in dryness.

**Key words:** Characterization of soils, physical, chemical and biological properties, soils of Andean zone.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es el principal recurso natural que tiene la humanidad para la producción de alimentos que, con un conocimiento y manejo adecuado permanecerá a través del tiempo. El agricultor andino al tener un contacto diario con el campo posee un conocimiento del suelo basado en las costumbres ancestrales (cosmovisión andina); los que le permitirán a mejorar la producción sostenida de sus cultivos y asegurando la alimentación de su familia.

El distrito de Callanmarca se caracteriza por ser un distrito netamente agrícola, en donde se siembra diversos cultivos como el maíz, cebada, trigo, arveja, haba, papa, olluco etc. Los cultivos como el maíz, arveja y la papa son los que sobresalen, debido a las condiciones naturales que brindan sus suelos. Los análisis físicos-químicos de laboratorio, en muestras de suelo tamizadas a 2 mm, constituye la metodología más clásica para caracterizar un suelo (**Porta et al., 2003**). Los análisis de suelo es un valioso instrumento que utilizado en forma adecuada puede ayudar en el diagnóstico de los desórdenes nutricionales en los cultivos sembrados, ocasionados por los desbalances en los nutrimentos del suelo (**Cuesta & Villaneda, 2008**). La fertilidad del suelo está básicamente relacionado con los nutrientes esenciales de las plantas, sus cantidades, disponibilidad para las plantas, reacciones químicas que experimentan en el suelo, mecanismos de pérdida y procesos que lo hacen disponibles (**Azabache, 2003**).

Los objetivos de la presente investigación fueron: Evaluar la fertilidad física, química y biológico de los suelos del distrito de Callanmarca. Caracterizar las propiedades físicas (textura, estructura, color, densidad aparente, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva, pendiente, pedregosidad). Cuantificar el valor de reacción del suelo (pH), capacidad de intercambio catiónico (CIC), carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) salinidad (CE) y contenido de nutrientes. Evaluar el contenido de materia orgánica y la presencia de macro fauna.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está situado en el distrito de Callanmarca, provincia de Angaraes, del departamento de Huancavelica, ubicado a una Altitud de 3511 a 3792 msnm. Se realizó

durante la campaña agrícola 2013 a 2014. Se utilizó el método de investigación científica descriptiva, tomando los datos en el momento oportuno, cuyas etapas fueron las siguientes: primera etapa de campo (cartografía, delimitación, muestreo de suelo y apertura de calicatas; segunda etapa de laboratorio (análisis de suelo en laboratorio especializado LASPAF La Molina) y evaluación de propiedades físicas (Laboratorio de suelos FCA – UNH); tercera etapa de gabinete (interpretación de análisis de suelo y procesamiento de datos).

Los sectores en estudio: En condición seco son los siguientes: Sector 1 Wasirupaq, Sector 2 Ccallanpampa, Sector 3 Iskay Cruz; en cambio en condición bajo riego se tiene a los siguientes: sector 4 Eccana, Sector 5 Palirka, Sector 6 Ismayaku.

En el procesamiento de datos se utilizó el análisis con estadística no paramétrica y el uso de programa Minitab Versión 15 para las pruebas estadísticas.

## RESULTADOS

### Propiedades Físicas

**Textura:** los suelos de condición seco fueron de clase textural franco arcilloso; en cambio en los suelos de condición bajo riego se obtuvieron clase textural franco.

**Estructura:** los suelos en condición seco fueron de clase estructural granular fino (GF); en cambio en los suelos de condición bajo riego se tiene clase estructural granular fino (GF)

**Color:** los suelos de condición seco fueron de color marrón amarillento; en cambio los suelos bajo condición de riego tuvieron marrón rojizo.

**Porosidad:** los suelos de condición seco poseyeron 47,70% de porosidad; en cambio los suelos de condición bajo riego se encontraron suelos de 45% de porosidad.

**Permeabilidad:** los suelos de condición seco fueron de una permeabilidad 0,96 cm/h de clase lento; en cambio los suelos de condición bajo riego tuvieron de 1,3 cm/h de clase moderadamente lento.

**Profundidad Efectiva:** los suelos de condición seco obtuvieron una profundidad efectiva de 66,67 cm en promedio; seguido por los suelos de condición bajo riego poseen una profundidad efectiva de 76,67 cm

**Pendiente:** los suelos de condición seco poseyeron una pendiente de 35%; en cambio los suelos de condición bajo riego obtuvieron una pendiente de 51%. La pendiente influye sobre el transporte de partículas de la superficie del suelo, favoreciendo el transporte de las partículas más finas.

**Pedregosidad:** los suelos de condición seco fueron de 3,33% de clase ligeramente pedregoso; en cambio los suelos de condición bajo riego poseyeron de 1,67% de clase ligeramente pedregoso.

### **Propiedades Químicas**

**Reacción de suelo (pH):** los suelos de condición seco tuvieron pH: 7,56 moderadamente ácido; en cambio los suelos de condición bajo riego fueron de pH: 5,83 ligeramente alcalino.

**Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** Los suelos de condición seco poseyeron valor de 18,3 meq/100g de CIC, de clase medio. Así mismo los suelos de condición bajo riego obtuvieron un promedio de 19,87 meq/100g, de clase medio de fertilidad.

**Carbonatos o calcáreo (CaCO<sub>3</sub>):** los suelos de condición seco obtuvieron 0% CaCO<sub>3</sub> de clase bajo; en cambio los suelos de condición bajo riego poseen 5,67% CaCO<sub>3</sub>, son de clase alto.

**Salinidad (CE):** los suelos de condición seco obtuvieron un promedio de 0,16 dS/m de clase muy ligeramente salino o suelo normal; asimismo suelos de condición bajo riego fueron de clase muy ligeramente salino, con un promedio de 0,46 dS/m

**Fósforo:** los suelos de condición seco fueron 16,5 ppm de fósforo de clase alto; en cambio los suelos de condición bajo riego obtuvieron 7,87 ppm de fósforo de clase medio.

**Potasio:** los suelos de condición seco poseyeron 229 ppm de potasio y son de clase medio. Así mismo los suelos de condición bajo riego obtuvieron 108 ppm del contenido de potasio, de clase medio.

**Materia Orgánica:** los suelos de condición seco poseyeron 2% de materia orgánica de clase medio; en cambio los suelos de condición bajo riego obtuvieron 1,04% de materia orgánica de clase bajo.

**Número de Lombrices:** los suelos de condición seco obtuvieron 12 números de lombrices por m<sup>2</sup> del suelo; en cambio los suelos de condición bajo riego alcanzaron a 22 números de lombrices por m<sup>2</sup> del suelo

## DISCUSIÓN

### Propiedades Físicas

**Textura:** dichos suelos muestran que hay diferencia en clase textural en condición seco y bajo riego en la (figura 2). Se tiene clase textural franco arcilloso en los suelos de condición seco; en cambio los suelos de condición bajo riego son franco; La textura está determinada por las fracciones de arena, limo y arcilla (**Zavaleta, 1992**). Esta propiedad está íntimamente relacionada con la composición mineral, el área superficial específica y el espacio de poros del suelo (**Casanova et al. ,2004**).

**Estructura:** dichos suelos muestran que hay diferencia en formas de estructura en condición seco y bajo riego en la (figura 3). En los suelos de condición seco se tiene forma de estructura de granular fino (GF); en cambio los suelos de condición bajo riego son granular mediano (GM). Estas formas de estructura están determinadas por la clase textural. **Domínguez (1993)** indica que, la estructura se define como la forma en que se unen las distintas partículas minerales para constituir agregados, así como por la ordenación o disposición de estos entre sí.

**Color:** dichos suelos muestran que hay diferencia en clase textural en condición seco y bajo riego en la (Figura 4). Los suelos de condición seco son de color marrón amarillento; en cambio los suelos de condición seco poseen color marón rojizo. El color del suelo está determinado por los constituyentes mineralógicos del suelo. Entre ellos son los óxidos de hierro y la materia orgánica los más vistosos (**Garrido, 1993**).

**Porosidad:** dichos suelos muestran que hay diferencia en porcentaje de porosidad en condición seco y bajo riego en la (Figura 5). Los suelos de condición seco tienen 47,70% de mayor porosidad; en cambio los suelos de condición bajo riego posee valores de 45% de menos poroso. **Jordán (2006)** indica que, la porosidad del suelo varía según el grado de desarrollo y el tipo de estructura que posee. Normalmente los suelos mejor estructurados es con un contenido apreciable de arcilla y materia orgánica, estos poseen

una porosidad en torno al 60%. La porosidad está directamente relacionada con la textura del suelo.

**Permeabilidad:** dichos suelos muestran que hay diferencia en permeabilidad en condición seco y bajo riego en la (Figura 6). Los suelos de condición seco poseen 0,96 cm/h de clase lento; en cambio los suelos de condición bajo riego tienen 1,30 cm/h de clase moderadamente lento. La permeabilidad es el grado de movimiento del agua a través del suelo y se halla directamente relacionado con la textura, estructura y compactación del suelo. (Perales, 2010).

**Profundidad Efectiva:** dichos suelos muestran que no hay diferencia en profundidad efectiva en condición seco y bajo riego en la (Figura 7). Los suelos de condición seco poseen un promedio 76,67 cm profundidad efectiva, de clase medianamente profundos; asimismo los suelos de condición bajo riego tienen un promedio de 66,67 cm, de clase medianamente profundos. La profundidad efectiva esta en función a las condiciones del terreno. (D.S. 062/75 AG).

**Pendiente:** dichos suelos muestran que hay diferencia en el porcentaje de pendiente en condición seco y bajo riego en la (Figura 8). Los suelos de condición seco poseen 35% de pendiente de clase fuerte inclinado; en cambio los suelos bajo riego tienen 51% de pendiente, de clase extremadamente inclinado. (D.S. 062/75 AG).

**Pedregosidad:** dichos suelos muestran que no hay diferencia en porcentaje de pedregosidad en condición seco y bajo riego en la (Figura 9). Los suelos de condición seco poseen un promedio de 1,67% de clase ligeramente pedregoso; asimismo los suelos de condición bajo riego tienen un promedio de 3,33% de clase ligeramente pedregoso. La elevada pedregosidad superficial es en principio una característica negativa del suelo ya que permite en ocasiones labrar con cierta dificultad el suelo. Sin embargo en zonas muy secas favorece la retención del agua (Garrido, 1993).

### Propiedades Químicas

**Reacción de suelo (pH):** dichos suelos muestran que hay diferencia en el contenido de pH en condición seco y bajo riego en la (Figura 10). Se tienen suelos de condición seco moderadamente ácido; en cambio los suelos de condición bajo riego son ligeramente alcalinos. Los resultados obtenidos son similares a los estudios realizado por

**(Pilatti et al. 2009).**

**Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** dichos suelos muestran que no hay diferencia en el contenido de CIC en condición seco y bajo riego en la (Figura 11). En los suelos de condición seco poseen suelos de clase medio de fertilidad con un valor (19,89 meq/100 g); asimismo los suelos secos son clase medio de fertilidad, con un valor de (18,03 meq/100 g). Las fracciones de arcilla y de materia orgánica retienen diferentes cationes en su superficie, estos cationes que se encuentran en la superficie se llaman cationes de cambio o cambiables (**Fassbender & Bornemisza, 1994**).

**Carbonatos o calcáreo (CaCO<sub>3</sub>):** se tienen suelos de clase bajo (<1%), clase medio (1 % a 5 %) y clase alto (>5 a 15%); dichos suelos muestran que hay diferencia en el contenido de carbonato en condición seco y bajo riego en la (Figura 12). se tienen suelos de condición seco con 0% CaCO<sub>3</sub>, de clase bajo; en cambio los suelos de condición bajo riego tienen valores 5,67 CaCO<sub>3</sub> de clase alto. Coincide con los estudios realizados por (**Rowell, 1994**)

**Salinidad (CE):** dichos suelos muestran que no hay diferencia en el contenido de salinidad en condición seco y bajo riego en la (Figura 13) y son de clase muy ligeramente salino (<2 dS/m). Dichos resultados son similares a los estudios realizados por (**Lavado et al. 2009**)

**Fósforo (P):** se tienen suelos de clase bajo (<7,0 ppm), clase medio (7,0 ppm a 14 ppm) y clase alto (>14 ppm), dichos suelos muestran que hay diferencia en el contenido de fósforo en condición seco y bajo riego en la (Figura 14). Donde los suelos de condición seco son de clase alto con promedio 16,5%; en cambio los suelos en condición bajo riego son de clase medio con promedio 7,87%. Las plantas absorben el fósforo en forma de ácido fosfórico, el cual es utilizado como una fuente de energía muy importante en todos los procesos bioquímicos (**Fassbender & Bornemisza, 1994**).

**Potasio (K):** se tienen suelos de clase bajo (<100 ppm), clase medio (100 ppm a 240 ppm) y clase alto (>240 ppm), dichos suelos muestran que no hay diferencia en el contenido de potasio en condición seco y bajo riego en la (Figura 15) los suelos de condición seco son de clase medio con un valor de 108 ppm. Así mismo los suelos bajo riego son de clase medio con 229 ppm del contenido de potasio. El potasio al ser fijado

por el complejo de cambio del suelo permite el equilibrio con la solución suelo, la efectividad del potasio está influenciando por la presencia de otros cationes, como calcio y magnesio (Azabache, 2003).

### **Propiedades Biológicas**

**Materia Orgánica (M.O):** dichos suelos muestran que hay diferencia en el porcentaje de materia orgánica en condición seco y bajo riego en la (Figura 16). En los suelos de condición seco se tiene un valor 2% de clase medio (<2%); en cambio los suelos de condición bajo riego tienen valor de 1,04% de clase bajo. La materia orgánica constituye uno de los componentes fundamentales que representa la fertilidad del suelo. Tiene la habilidad de retener cationes, de tal manera que los nutrientes pueden ser adsorbidos y ser usados por la planta (Arca, 1984). Fueron similares a los reportes de (Nascimento et al. 2004)

**Número de Lombrices:** dichos suelos muestran que hay diferencia en el número de lombrices en condición seco y bajo riego en la (Figura 17). Los suelos de condición seco poseen 12 números de lombrices por m<sup>2</sup>; en cambio los suelos bajo condición de riego tienen 22 individuos de lombrices por m<sup>2</sup> del suelo. Las lombrices ingieren además de residuos orgánicos, partículas de tierra fina. En total consumen en una cantidad equivalente a su peso 1 g, después del proceso digestivo eliminan una mezcla de tierra con materia orgánica humificada (humus de lombriz) (Guerrero, 1993).

## CONCLUSIONES

- Los suelos de las chacras de Callanmarca poseen la clase textural Franco y Franco arcilloso. Asimismo, son suelos medianamente profundos y con reducida presencia de pedregosidad, además presentan coloración marrón amarillento en seco y marrón rojizo bajo riego.
- Con respecto a las propiedades químicas, los suelos en seco poseen alto contenido de P con respecto al suelo bajo riego; en cambio en contenido de Potasio ambos suelos poseen contenido medio. Se puede afirmar que ambos suelos poseen fertilidad media como se muestra en los valores de la CIC. Asimismo, son suelos con bajo contenido de sales, de modo que los diferentes cultivos que se instalen en estas chacras no presentarán estrés salino. Igualmente, se ha determinado que los suelos en seco son pobres en carbonato de calcio (0% de  $\text{CaCO}_3$ ) en comparación con los suelos conducidos bajo riego (5,67%  $\text{CaCO}_3$ ), esta cualidad podría influir en la calidad de las cosechas.
- Con respecto a las propiedades biológicas, se han determinado que los suelos en seco en promedio poseen mayor contenido de materia orgánica que los suelos conducidos bajo riego, siendo de 2% y 1,04%, respectivamente. En cambio, se ha cuantificado mayor número de lombrices por metro cuadrado en los suelos en bajo riego, cuyos valores varían de 14 a 30 lombrices, que los suelos en seco quienes poseen de 8 a 18 individuos.

## AGRADECIMIENTO

Al Dr. Gregorio José Arone Gaspar, Docente Asociado de la Universidad Nacional de Huancavelica, por asesorarme y por el soporte científico. A todos mis familiares y amigos, quienes me ayudaron durante el proceso del presente trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre A, editor. *Manual de fertilidad de suelo*. Departamento de suelos y fertilizantes. UNALM. Lima – Perú; 2003.

AlvarezR, Díaz R, Barbero N, Santanatoglia, O, Blotta LR. (1995). *Producción de Tres Sistemas del Cultivo Banano*. Costa Rica; 1995.

Atkinson G, editor. *Soil survey and mapping*. Melbourne. pág. 89-111; 1993.

Arca BM, editor. *El suelo y la planta*. Lima - Perú. Nets editores. Tomo 4. Biblioteca Agropecuaria del Perú; 1984.

Ball BC, Campbell DJ, Hunter EA, editor. *Suelo compatible en relación con propiedades físicas y orgánicas*. Reino Unido; 2000.

Bohn HL, Mcneal BL, Connor GA, editores. *Química del Suelo*. Mexico. LIMUSA S.A. 1ra Edición; 1993.

Casanova PM, Vera EM, Luzio L, Salazar GOE, editores. *Edafología. Guía de Clases Prácticas*. FCA - UCH - Chile; 2004.

Cuesta MP, Villaneda VE, editores. *El análisis de suelos: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera*. Manual técnico de recursos forrajero. Bolivia; 2008.

De La Cruz VD, editor. *Descripción Físico - Químico y Clasificación de Suelos en dos Comunidades Nativas del Distrito Rio Tambo - Satipo*. EAPAT - FCA - UNCTP. Junín - Perú; 2009.

FAO, editor. *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. Informe 96*. 58 pág. Roma; 2001.

Fassbender HW, Bornemisza E, editores. *Química del Suelo. Con Énfasis en Suelos de América latina*. Costa Rica. 420 pág. : IICA. 1era reimpression; 1994.

Fitzpatrick EA, editor. *Suelos, formación, clasificación y distribución*. México. Editorial continental. Tercera impresión; 1987.

Garnica J, editor. *Caracterización Físico - Químico de los suelos de la localidad de Puna*. Potosi - Bolivia; 2010.

Guerrero B, editor. *Abonos orgánicos*. Lima - Perú: RAAA; 1993.

Jong R, editor. *Curvas de desorción de agua de suelo*. Canadá. Diario canadiense de suelo; 1983.

Jordan AL, editor. *Manual de Edafología*. UV. DCMQ. España; 2006.

Lavado RS, *Salinización y sodificación de suelos de producción agrícola extensiva por riego complementario*. En alteración de la fertilidad de los suelos taboada. M A, y Lavado RS (Editores). EDITORIAL FA- UBA. 163 pág, Buenos Aires 2010.

Llimpe AC, editor. *Evaluación de la calidad de los suelos del predio "Hacienda Pampa de la Comunidad de choclococha - Yanacococha - Chilcapite - Pomacocha - Huancavelica"* EAPA - FCA - UNH. Acobamba - Huancavelica; 2012.

Moreno RH, Blanquer JM, Ibañez AS, editores. *El color del suelo*. UPV. Sevilla -España; 2010.

M Torres Duggan, Álvarez CR, MA Taboada, E chamorro, DD Ambrosio, T Celesti, F Vignarolli. *Riego complementario en sistemas productivos: influencias sobre las propiedades físicas y químicas del suelo*. Trabajo presentado en el congreso XXII Argentino de la Ciencia del Suelo, Rosario. 2010.

Nascimento C, pág A Barros, D Melo y A oliveira. *Alteracoes químicas em solos em crescimento de milho e feijero apos aplicacao de lodo de esgoto*. Revista brasileira de ciencia del solo. 385-395, Brasileira.2004.

NRCS *the color of soil* NRCS USDA URL. 2002.

<http://soils.usda.gov/education/resources/k12/lessons/color/index.html>.

Perales AA, editor. *Edafología*. Copias Mimeografiadas. EAPA.FCA.UNH. Acobamba - Huancavelica; 2010.

Pilatti MA, S Imhoff, P Ghiberto & RP Marano. Changes in some physical properties of mollisols induced by supplemental irrigation. *Geoderma* 133: 431-443 pág. 2005

Porta CJ, López A, Regurin M, Roquero DLC, editores. *Edafología, para la agricultura y el medio ambiente*. España. 929 pág.: Ediciones Mundi Prensa; 2003.

Schoeneberger PJ, Wysocki DA, Benham EC and Broderson WD. *Field book for describing and sampling soil*. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE; 1998.

Suna H, editor. *Caracterización Ecológica de Suelos*. Parque Ecologico Distrital de Montaña Entre nubes. Bogota - Colombia; 2010.

Suquilanda MV, editor. *Agricultura orgánica*. Quito - Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario; 1996.

Zavaleta A, editor. *Edafología*. Lima - Perú: CONCYTEC; 1992

Reyes MO, editor. *Caracterización del estado actual de los suelos*. UNANL. FACT. CAT. Nicaragua; 2010.

**Fuentes de Información Complementaria.**

Decreto Supremo N° 0062/75 – AG. *Reglamento de Clasificación de tierras*. Lima – Perú; 1975.

*Tabla de interpretación del laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes* – Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú, 2013.

## **ANEXOS**



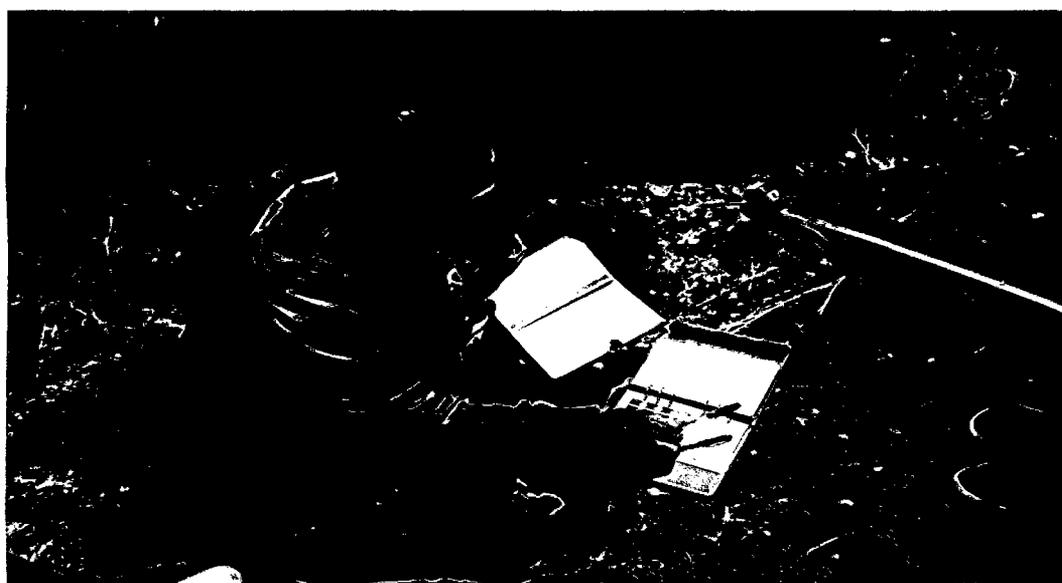
**FOTOGRAFÍA N° 1: MARCADO PARA APERTURA DE CALICATA**



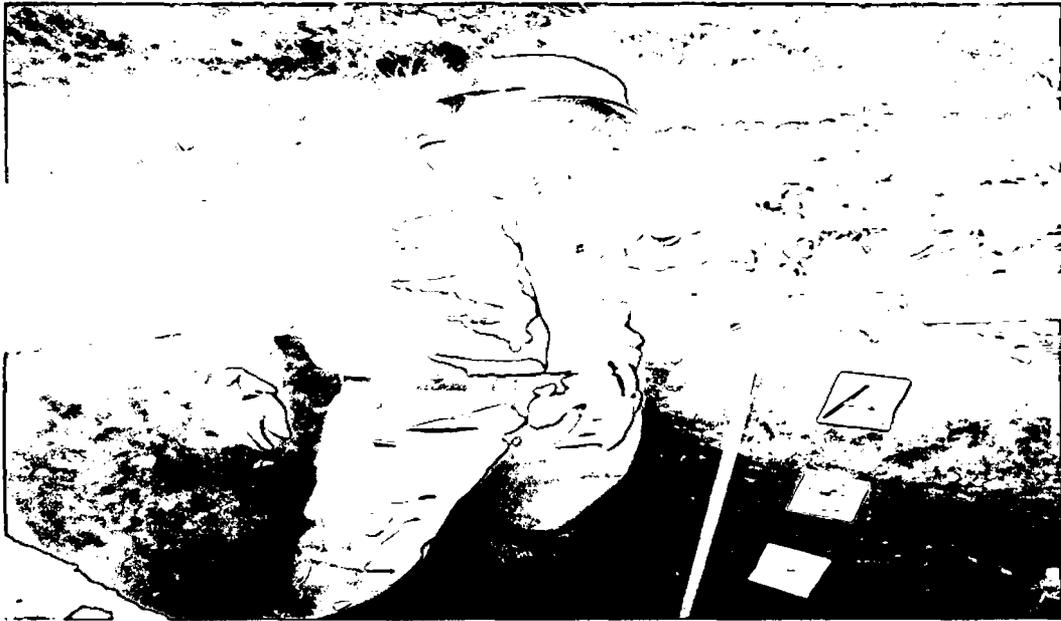
**FOTOGRAFÍA N° 2: REALIZACIÓN DE APERTURA DE CALICATA.**



**FOTOGRAFIA N°3: CONTEO DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO.**



**FOTOGRAFIA N°4: IDENTIFICACION DE COLOR, PEDREGOSIDAD Y HORIZONTES.**



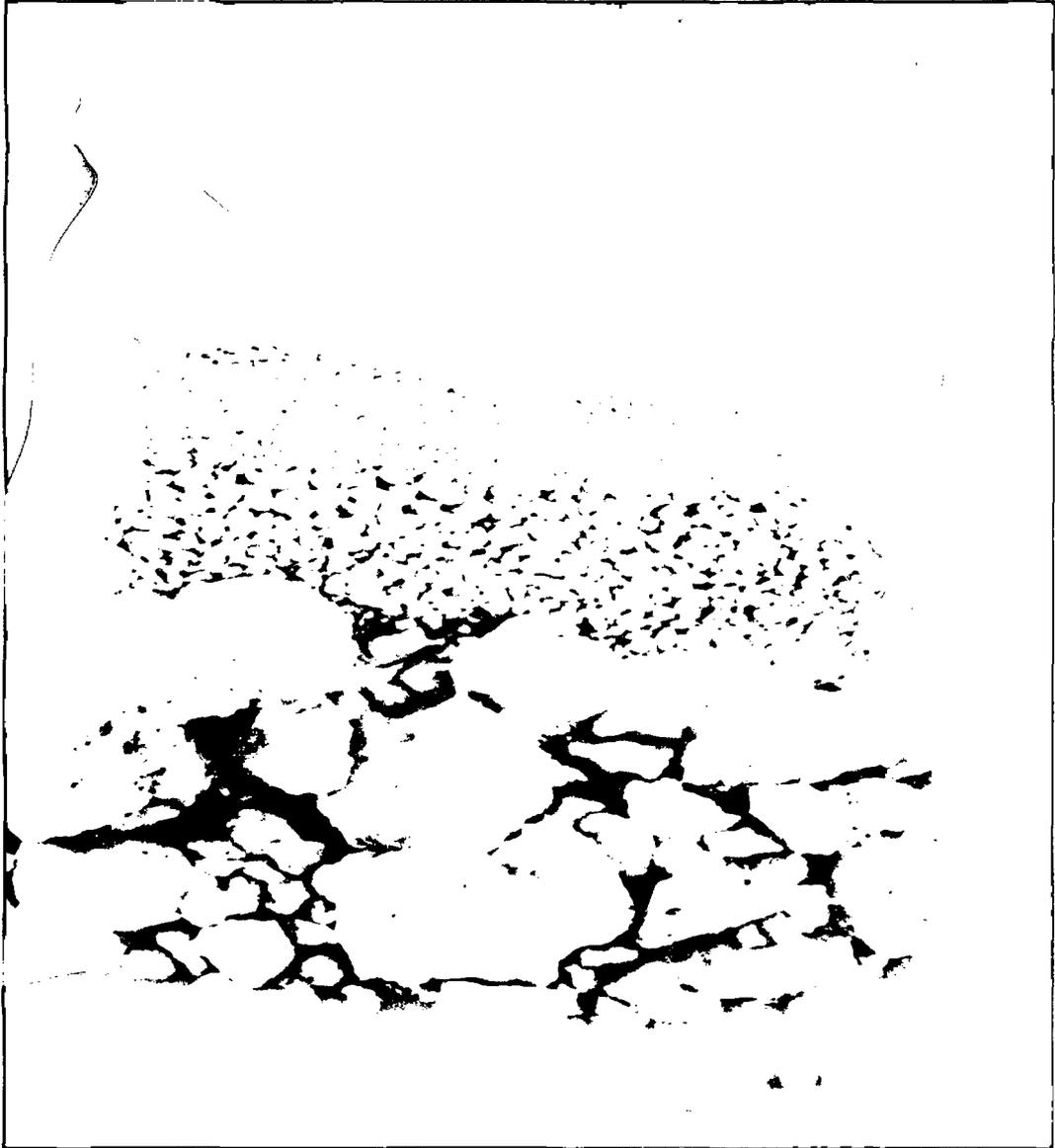
**FOTOGRAFÍA N° 5: UBICACIÓN Y MEDICIÓN DE HORIZONTES EN EL SECTOR PALIRKA.**



**FOTOGRAFÍA N° 6: CALICATA EN EL SECTOR CALLANPAMPA.**



**FOTOGRAFIA N° 7: MUESTRAS DE SUELO EN LABORATORIO DE SUELOS FCA - UNH.**



**FOTOGRAFIA N° 8: MUESTRA DE SUELO CON DIFERENTES FORMAS DE ESTRUCTURA.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES**



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : EFRAIN GABRIEL QUISPE ÑAHUI

Departamento : HUANCVELICA

Distrito : CALLANMARCA

Referencia : H.R. 42482-100C-13

Bolt.: 10396

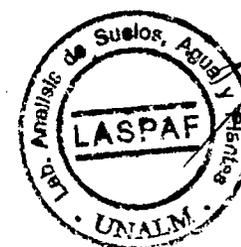
Provincia : ANGARAES

Predio : CALLANMARCA

Fecha : 29/10/13

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
17667	Sector Ismayaku	7.26	0.59	1.00	0.87	6.6	200	47	34	19	Fr.	20.80	16.97	3.38	0.34	0.11	0.00	20.80	20.80	100
17668	Sector Eccana	7.68	0.42	7.60	1.60	12.0	221	41	34	25	Fr.	20.48	18.11	1.93	0.37	0.07	0.00	20.48	20.48	100
17669	Sector Palirka	7.76	0.39	8.10	0.64	5.0	266	49	34	17	Fr.	12.80	9.54	2.73	0.49	0.03	0.00	12.80	12.80	100
17670	Sector Wasirupaq	5.81	0.13	0.00	1.56	21.7	109	41	32	27	Fr.Ar.	25.92	12.50	1.45	0.18	0.04	0.10	14.27	14.17	55
17671	Sector Ccallanpampa	5.44	0.16	0.00	2.05	14.1	117	39	40	21	Fr.	15.36	10.90	1.88	0.18	0.03	0.10	13.10	13.00	85
17672	Sector Iskay Cruz	6.25	0.20	0.00	2.14	13.7	99	37	36	27	Fr.Ar.	18.40	16.80	1.40	0.13	0.07	0.00	18.40	18.40	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



*Sady García Bendezú*  
**Sady García Bendezú**  
 Jefe del Laboratorio



**ANEXO N° 02 DATOS OBTENIDOS EN FASE DE CAMPO.**

Condición	Sector	Calicata	Altitud m.s.n.m	Coordenadas	Profundidad Efectiva cm	Pendiente En %	Tipo de estructura	Pedregosidad %	Horizonte	Color de suelo	N° de lombrices en capa arable
En Secano	Wasirupaq	C1	3777	12° 52' 32"	80	50	G.F.	2	A(0-20 cm)	10 YR 5/4 marrón amarillento	7
		C2	3769	12° 52' 33"	60	50	G.F.	2	A(0-20 cm)	10 YR 5/3 marrón amarillento	13
	Ccallanpampa	C1	3773	12° 52' 30"	90	24	G.M.	2	A(0-20 cm)	10 YR 5/4 marrón amarillento	6
		C2	3768	12° 54' 28"	90	24	G.M.	1	A(0-20 cm)	10 YR 5/4 marrón amarillento	30
	Iskay Cruz	C1	3792	12° 52' 18"	70	31	G.F.	1	A(0-20 cm)	10 YR 5/3 marrón amarillento	4
		C2	3769	12° 52' 15"	70	31	G.F.	1	A(0-20 cm)	10 YR 5/3 marrón amarillento	12
Suma					460	210		9			72
Promedio					76,67	35,00		1,50			12,00
Bajo Riego	Eccana	C1	3540	12° 54' 04"	80	51	G.M.	5	A(0-20 cm)	10 YR 5/4 marrón amarillento	5
		C2	3511	12° 54' 06"	90	51	G.M.	5	A(0-20 cm)	10 YR 5/4 marrón amarillento	55
	Palirka	C1	3535	12° 51' 53'	55	58	G.M.	3	A(0-20 cm)	2.5 YR 5/4 marrón rojizo	4
		C2	3516	12° 51' 52"	55	58	G.M.	3	A(0-20 cm)	2.5 YR 5/4 marrón rojizo	22
	Ismayaku	C1	3508	12° 51' 50"	60	44	G.M.	2	A(0-20 cm)	5 YR 4/3 marrón rojizo	6
		C2	3533	12° 51' 45"	60	44	G.M.	2	A(0-20 cm)	5 YR 4/3 marrón rojizo	40
Suma					400	306		20			132
Promedio					66,67	51,00		3,33			22,00

**ANEXO N° 3: POBLACIÓN DE LOMBRICES.**

CONDICIÓN	CALICATA	Celómado
		<i>L. terrestris</i> Lombriz
En seco	C1	7
	C2	13
	C1	6
	C2	30
	C1	4
	C2	12
Bajo riego	C1	5
	C2	55
	C1	4
	C2	22
	C1	6
	C2	40

**ANEXO N° 4: COLOR DE SUELO**

CONDICIÓN	Horizontes Calicata A			Horizontes Calicata B		
	A	B	C	A	B	C
En seco	10 YR 5/4 Yellowish Brown	10 YR 5/4 Yellowish Brown	10 YR 5/4 yellowish brown	10 YR 5/4 yellowish brown	10 YR 5/4 Yellowish Brown	7.5 YR 5/4 Brown
	10 YR 5/4 yellowish Brown	10 YR 5/4 Yellowish Brown	10 YR 5/3 brown	10 YR 6/4 pale brown	10 YR 5/4 Yellowish Brown	10 YR 6/6 Brownish Yellow
	10 YR 5/3 yellowish Brown		10 YR 5/3 brown	10 YR 5/4 yellowish brown	7.5 YR 5/1 Gray	7.5 YR 4/4 Brown
Bajo riego	10 YR 5/4 yellowish Brown	7.5 YR 4/2 dark grayish brown	10 YR 6/2 very pale brown	10 YR 5/3 brown	10 YR 5/3 reddish Brown	5 YR 5/4 reddish Brown
	2.5 YR 5/4 reddish brown		2.5 YR 4/4 Reddish brown.	10 YR 5/3 brown	10 YR 5/3 reddish Brown	5 YR 5/4 reddish Brown
	5 YR 4/3 reddish brown	5 YR 3/3 dark reddish brown	5 YR 4/3 reddish brown.	2.5 YR 4/3 reddish brown	5 YR 4/3 reddish Brown	7.5 YR 7/6 reddish yellow

SECTOR 1 WASIRUPAQ, SECTOR 2 CCALLANPAMPA Y SECTOR 3 ISKY CRUZ PERTENECEN A SUELOS DE CONDICIÓN SECANO; EN CAMBIO LOS SECTORES SECTOR 4 ECCANA, SECTOR 5 PALIRKA Y SECTOR 6 ISMAYAKPERTENECEN A LOS SUELOS DE CONDICIÓN BAJO RIEGO.

**ANEXO N 5: MEDIDAS DE HORIZONTES EN CALICATA**

Condición	Horizontes Calicata C1			Horizontes Calicata C2		
	Cm			Cm		
	A	B	C	A	B	C
En seco	0 - 25	25 - 60	60 -150	0 - 20	20 - 40	40 -150
	0 - 30	.....	30 -150	0 - 40	40 - 60	60 -150
	0 - 30	30 - 80	80 -150	0 - 25	25 - 65	65 -150
Bajo riego	0 - 30	30 - 80	80 -150	0 - 25	25 - 60	60 -150
	0 - 20	.....	75 -150	0 - 0	30 - 55	55 -150
	0 - 20	20 - 75	75 -150	0 - 30	30 - 55	55 -150

SECTOR 1 WASIRUPAQ, SECTOR 2 CCALLANPAMPA Y SECTOR 3 ISKY CRUZ PERTENECEN A SUELOS DE CONDICION SECAÑO; EN CAMBIO LOS SECTORES SECTOR 4 ECCANA, SECTOR 5 PALIRKA Y SECTOR 6 ISMAYAKPERTENECEN A LOS SUELOS DE CONDICION BAJO RIEGO.