

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE
POTREROS CIP CAMACANI UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL ALTIPLANO**

TESIS

**PRESENTADA POR
JOSÉ ROBERTO QUISPE PACCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

**CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE POTREROS CIP
CAMACANI UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**



TESIS PRESENTADA POR:

JOSÉ ROBERTO QUISPE PACCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :

.....
Dr. EVARISTO MAMANI MAMANI

PRIMER MIEMBRO :

.....
Ing. M.Sc. FRANCIS MIRANDA CHOQUE

SEGUNDO MIEMBRO :

.....
Dr. FELIX ALONSO ASTETE MALDONADO

DIRECTOR DE TESIS :

.....
Ing. M.Sc. ANGEL CARI CHOQUEHUANCA

ASESOR DE TESIS :

.....
Ing. RIGOBERTO LAURA SUCASACA

ÁREA: Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo y Conservación de Recursos de Agua y Suelo

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 03 DE FEBRERO DE 2017

DEDICATORIA

Con profunda gratitud a mis adorados padres Roberto y Agripina por todo su inmenso amor, sacrificio y apoyo incondicional que me brindan.

A mis queridos hermanos, Wilber, Elizabeth y Rosmery, por su apoyo incondicional en todo momento.

Con especial afecto a mi esposa Jesusa, mi compañera en el sendero de la vida, por el amor y comprensión que me da. A mi hijo Oscar Josué; mi gran tesoro y alegría con sus travesuras y ocurrencias que hacen más ligero mi trajinar.

A mis Abuelos Julián y Juana, en el cielo un agradecimiento eterno a ustedes que dios los tenga en su gloria y a Catalina Pastora mi Abuelita que me brinda su apoyo incesante.

Jose Roberto Quispe Pacco

AGRADECIMIENTOS

Al M. Sc. Ángel Cari Choquehuanca, patrocinador del presente trabajo, por su atinada dirección en la realización de dicho trabajo.

Al Ing. Rigoberto Laura Sucasaca, por su valioso asesoramiento cualitativo durante la conducción de la investigación.

Al Tec. Francisco Sosa Merma por su constante apoyo del presente trabajo, por su espíritu sensacional de carácter Técnico - Científico durante la conducción de la investigación.

Al Ing. Sergio Isidro Quispe por su brillante orientación respecto a la legislación del presente trabajo.

Al Ing. Oscar Callohuanca Avalos en el cielo, por su valioso acompañamiento y asesoramiento durante la conducción de la investigación.

Al personal del CIP Camacani, por haberme dado las facilidades para la realización del presente trabajo de investigación.

A los catedráticos de la escuela profesional de Ingeniería Agronómica, por sus sabias enseñanzas durante mis años de formación.

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, mi alma mater por haberme brindado mi formación profesional

A todas las personas y amigos; en especial a mi gran amigo Edwin Zea Apaza, que contribuyeron a la culminación satisfactoria del presente trabajo.

Jose Roberto Quispe Pacco

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. Formulación del Problema	15
1.2. ANTECEDENTES.....	16
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.3.1. Objetivos generales	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1.1. El suelo.....	18
2.1.1.1. Propiedades físicas	18
2.1.1.2. Propiedades químicas.....	18
2.1.1.3. Propiedades químicas.....	19
2.1.2. Nutrición vegetal.....	19
2.1.3. Formas en que se encuentran los nutrientes en el suelo.....	21
2.1.4. Mecanismos de absorción radicular de los iones (Nutrientes)..	21
2.1.5. Funciones de los nutrientes.	22
2.1.6. Erosión de suelos	23
2.1.7. Proceso de la erosión del suelo	23
2.1.8. Niveles aceptables de erosión de suelos	24
2.1.9. Degradación de los suelos.....	25

2.1.9.1.	Deterioro físico	26
2.1.9.2.	Deterioro químico	26
2.1.9.3.	Deterioro biológico	26
2.1.10.	Erodabilidad del suelo.....	27
2.1.11.	Cobertura vegetal	27
2.1.12.	Clima.....	27
2.2.	MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.2.1.	Acidez cambiable	27
2.2.2.	Capacidad de campo	28
2.2.3.	Caracterización de suelos.....	28
2.2.4.	Contaminantes de los suelos	28
2.2.5.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).....	28
2.2.6.	Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CIC Efectiva)...	28
2.2.7.	Catión cambiable.....	29
2.2.8.	Conductividad eléctrica.....	29
2.2.9.	Degradación del suelo	29
2.2.10.	Degradación de las tierras	29
2.2.11.	Degradación de la tierra	29
2.2.12.	Desertificación	29
2.2.13.	Estructura	29
2.2.14.	Erosión del suelo.....	30
2.2.15.	Elementos esenciales o nutrientes.....	30
2.2.16.	Fertilidad química	30
2.2.17.	Fertilización orgánica.....	30
2.2.18.	Fertilización química.....	30

2.2.19.	Lucha contra la desertificación	30
2.2.20.	Macronutrientes	31
2.2.21.	Micronutrientes	31
2.2.22.	Mitigación	31
2.2.23.	Materia orgánica del suelo	31
2.2.24.	Prevención.....	31
2.2.25.	Porcentaje de saturación de bases (SB %)	32
2.2.26.	Rehabilitación	32
2.2.27.	Reacción del suelo	32
2.2.28.	Sequía.....	32
2.2.29.	Textura	32
2.2.30.	Tierra.....	33
2.3.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	33
2.3.1.	Hipótesis general.....	33
2.3.2.	Hipótesis específico	33
III.	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	34
3.1.	Localización del área de investigación.....	34
3.1.1.	Localización del estudio.....	34
3.2.	Material experimental (Metodología)	36
IV.	EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	42
4.1.	Análisis de caracterización del suelo	42
4.2.	Plan de manejo de suelos de CIP CAMACANI.....	50
4.2.1.	Pasos para la determinación físico cualitativas importantes	50
V.	CONCLUSIONES.....	61
VI.	RECOMENDACIONES.....	63



VII. BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de la Fotosíntesis	20
Figura 2. Criterios de Esencialidad	21
Figura 3. Muestreo zigzag o “Z”	39
Figura 4. Obtención de muestra método “V”	39
Figura 5. Identificación y peso de muestra.....	40
Figura 6. Muestras en laboratorio de suelos.....	40
Figura 7. Determinación de la Textura de los Suelos.....	41
Figura 8. Análisis de Varianza Normal Paramétrico.....	45
Figura 9. Diferencias entre clase textural respecto a M.O	46
Figura 10. Comparación entre pH y clase textural.....	47
Figura 11. Comparación entre CIC respecto a clase textural	47
Figura 12. Comparación de K Disponible respecto clase textural	48
Figura 13. Comparación del Mg ⁺⁺ respecto a la clase textural.....	48
Figura 14. Comparación del Ca ⁺⁺ respecto clase textural	49
Figura 15. Comparación del nitrógeno total respecto clase textural	49
Figura 16. Mapa de Ubicación de potreros en Camacani y Camata.	69
Figura 17. Potrero 01(COD: 0.61) “Potrero Pie de Post Grado” en Camacani.....	70
Figura 18. Potrero 02 (COD: 0.69) “Potrero Eucalipto esquina” en Camacani	70
Figura 19. Potrero 03(COD: 3.16) “Potrero Chimahuicucho” en Camacani	71
Figura 20. Potrero 04 (COD: 2.54) “Potrero Murumaya” en Camacani.....	71
Figura 21. Potrero 05(COD:7.36), en Camata.....	72
Figura 22. Potrero 07 (COD: 10.97), en Camata.....	72
Figura 23. Triangulo de Textura.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Criterios de esencialidad.	20
Tabla 2.	Niveles de pérdida de suelos tolerables	25
Tabla 3.	Datos Meteorológicos.	36
Tabla 4.	Potreros de estudio y ubicación geográfica por variable	37
Tabla 5.	Campañas Agrícolas Anteriores CIP Camacani – Camata.	38
Tabla 6.	Identificación y método para el análisis de caracterización del suelo.	41
Tabla 7.	Resultados de análisis de caracterización de suelos de los potreros.	42
Tabla 8.	Resultados de análisis de caracterización de suelos de los potreros.	43
Tabla 9.	Profundidad efectiva del suelo.	51
Tabla 10.	Fracciones texturales del suelo.	51
Tabla 11.	Evaluación aplicada para determinar valor porcentual textura del suelo. ...	52
Tabla 12.	Pendiente dominante.	53
Tabla 13.	Calificación del grado de erosión.	53
Tabla 14.	Calificación del grado de drenaje del suelo.	54
Tabla 15.	Reacción del suelo (pH).	55
Tabla 16.	Asignación de factores	55
Tabla 17.	Clasificación de la calidad agrologica.	56
Tabla 18.	Determinación de valores para clases económicas de canchas o potreros...	56
Tabla 19.	Fuente de abonamiento y fertilización para el manejo de suelo Camacani.	59
Tabla 20.	Principales fuentes de fertilización.	59
Tabla 21.	Análisis de Caracterización de Suelos del Centro de Investigación y Producción Camacani - Camata.	68
Tabla 22.	Escalas de interpretación del análisis de fertilidad de suelos según niveles	73
Tabla 23.	Escalas de Interpretación de reacción del suelo (pH)	73
Tabla 24.	Clase Textural por grupos.	74
Tabla 25.	Clase Niveles de Conductividad Eléctrica.	75

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

A	=	Arena
ArA	=	Arcillo Arenoso
AF	=	Arena Franca
Al^{3+}	=	Aluminio Cambiable
CC	=	Capacidad de campo
CIC	=	Capacidad de Intercambio Catiónico
Ca^{2+}	=	Calcio Combinable
CIP	=	Centro de Investigación y Producción
CO_3	=	Carbonatos
C.E.	=	Conductividad Eléctrica
C.E(e).	=	Conductividad Eléctrica del Extracto
EPIA	=	Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica
FA.	=	Franco Arenoso
FArA	=	Franco Arcillo Arenoso
K^+	=	Potasio Cambiable
Kg/Ha	=	Kilogramos por Hectárea
M.O.	=	Materia orgánica
Me	=	Miliequivalente
NPK	=	Nitrógeno, Fosforo, Potasio
Ms/Cm	=	Milisiemens por Centímetro
Na^+	=	Sodio Cambiable
Mg^{2+}	=	Magnesio Cambiable
P	=	Fosforo Disponible
Ppm	=	Partes por millón
P.C.A	=	Peso de Capa Arable
SB	=	Saturación de Bases

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Ubicado en la jurisdicción del Distrito de Platería, Provincia y departamento de Puno, a partir del mes de Junio del 2015 a Agosto del 2016, siendo sus objetivos los siguientes: a) Caracterizar seis potreros de producción agrícola en el centro de Investigación y Producción Camacani, periodo 2015-2016, b) Proponer un Plan de manejo según los resultados de Caracterización de los potreros del CIP Camacani. La metodología utilizada para campo fue el de observación y complementando en laboratorio con diferentes métodos, para la determinación de los diferentes parámetros; para ello Primero se realizó el reconocimiento de las áreas de estudio con el fin de tener una visión general de muestreo y el estado en que se encontraban los potreros identificados en ese momento. Segundo, ya identificado las zonas de estudio se ha retornado a campo con todo el material, instrumentos y herramientas necesarios para realizar muestreos y obtener datos de los diferentes parámetros en el laboratorio. Los resultados básicamente han determinado los porcentajes de materia orgánica y demás macro elementos como, nitrógeno, fosforo y potasio en cantidades bajas en los potreros estudiados, también los pH de los suelos de los potreros son bajos lo que significa que estos suelos son ácidos, los micro elementos muchos se encuentran en cantidades ideales, sin embargo los porcentajes de saturación de bases se encuentran en concentraciones ideales y quizás algo más, lo que indica que estos suelos deberían ser alcalinos habiendo así cierta contradicción con los pH bajos.

Palabras claves: Caracterización, potreros, plan de manejo, degradación, erosión de suelos.

ABSTRACT

The present study was carried out at Camacani Research and Production Center (CIP), of the National University of Altiplano-Puno, located in the jurisdiction of the District of Platería, Province and Department of Puno, from the month of June 2015 to August 2016, with the following objectives: a) Characterize six paddocks of agricultural production in the Camacani Research and Production Center, 2015-2016 period, b) Propose a management plan based on the results of Characterization of CIP Camacani paddocks . The methodology used for field was the observation and complementing in laboratory with different methods, for the determination of the different parameters; For this purpose, the recognition of the study areas was carried out in order to have a general view of the sampling and the state in which the pastures identified at that time were located. Second, once the study areas have been identified, they have returned to the field with all the material, instruments and tools necessary to carry out sampling and obtain data on the different parameters in the laboratory. The results have basically determined the percentages of organic matter and other macro elements such as nitrogen, phosphorus and potassium in low quantities in the paddocks studied, also the pH of the paddock soils are low which means that these soils are acidic, many micro elements are found in ideal quantities, however the percentages of base saturation are at ideal concentrations and perhaps more, indicating that these soils should be alkaline, thus having some contradiction with low pH.

Keywords: Characterization, potreros, management plan, degradation, soil erosion.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú uno de los problemas frecuentes es la erosión de suelos de las áreas cultivables llegando en casos extremos a la pérdida total del suelo, esto se da debido al arrastre del agua, a causa de fuertes precipitaciones, el sobre pastoreo y la mala práctica de tierras agrícolas. En la sierra, parte de la actividad agrícola se hace sobre las laderas, con pendientes en su mayor parte muy pronunciadas. La erosión de los suelos es un problema ambiental que afecta a gran parte del territorio local, regional, nacional y mundial. (FAO, 2009).

Uno de factores importantes dentro del manejo es la fertilización del suelo, para asegurar de esa manera los buenos rendimientos de los diferentes cultivos, sin embargo, esta actividad no es muy practicada por el agricultor del altiplano, obteniéndose en consecuencia bajos rendimientos en la producción (Bermúdez, 2011).

Junto a las actividades de fertilización deberá de realizarse análisis de suelos, esta es previa a toda actividad de fertilización, ello nos indicara la situación real en cuanto a nutrición del suelo, es decir indicara si es pobre, medio o rico en cuanto a nutrientes, sin la ayuda de este medio sería imposible determinar la fertilidad del suelo en ese momento; esta actividad no es muy practicada por muchos factores uno de ellos es el desconocimiento de su importancia (Brehman, 2010).

Las tierras del CIP Camacani son tierras de llanura en un 60%, presenta también quebradas, bosques y parte rocosa con microclimas variables, excelente para la agricultura, por las condiciones favorables de suelo muchas áreas de cultivo se crearon involuntariamente, dando lugar a la construcción de los andenes en la parte de laderas que son obras de ingeniería al servicio del CIP y la comunidad (Ortiz, 2012).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El suelo puede existir como un material de origen natural en su estado no perturbado, o como un material compactado. La ingeniería agro técnica implica la comprensión y la predicción del comportamiento de los suelos. Al igual que otros materiales orgánicos, el suelo posee propiedades físicas, químicas y biológicas inclusive mecánicas relacionadas con la producción agrícola (Herrera, 2012).

Los suelos del CIP-Camacani tienen vocación compartida tanto forestal y agrícola, la aptitud forestal es la que predomina, la aptitud agrícola es la segunda potencialidad predominante, sin embargo, hoy la producción y rendimiento para los diferentes cultivos en estos suelos son bajos; esto amerita realizar la caracterización de los suelos de este Centro de Investigación y Producción motivo del presente trabajo, con fines de determinar las cantidades de macronutrientes y los micronutrientes del suelo, la cantidad de materia orgánica y otros parámetros importantes en el suelo (Bermúdez, 2011).

La cuantificación de las propiedades químicas (P^{+++} , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+ , Al^{+++} , etc.) del suelo se lleva a cabo en el laboratorio mediante pruebas normalizadas de laboratorio (Herrera, 2012).

El Muestreo del Suelo en el CIP-Camacani no es constante según la necesidad motivo por el cual nos proponemos caracterizar el suelo y dependiendo de los resultados proponer un plan de manejo en los potreros y como tal en los suelos del CIP-Camacani.

1.1.1. Formulación del Problema

a) Problema General

¿Cuál es la relación que existe entre la caracterización de los suelos de los potreros del Centro de Investigación y producción CIP- Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2015 – 2016?

¿Cuál es la relación que existe entre los problemas de degradación de los suelos de los potreros del CIP-Camacani y la propuesta de un plan de manejo práctico de usos agrícolas?

b) Problemas Específicos

¿Cuál es la relación que existe entre los 06 (seis) potreros identificados y sus características entre sus propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo del CIP-Camacani?

¿Cuál es la relación que existe entre la degradación de suelos del CIP Camacani y la propuesta de un plan de manejo práctico de los potreros para diferentes usos agrícolas con la intervención del hombre?

1.2. ANTECEDENTES

Ortiz (2012), refiere que en dicho centro de Investigación y Producción en el año de 1989 se inició el levantamiento general de los suelos, el trabajo lo efectuó la Sección de Suelos de la Dirección General del CIP Camacani mediante técnicos e Investigadores Agrónomos, de la dependencia de la EPIA. Se usaron como croquis o mapa básico los cuadrantes topográficos Dichos cuadrantes fueron preparados por métodos triangulares usando fotografías tomadas en 1990 y actualizados con levantamientos terrestres a nivel de google realizados en los años de 2010 a 2012 a escala 1:500, a través del proyecto de zonificación y análisis de la potencialidad agrícola y forestal de las tierras del CIP Camacani y su ordenamiento territorial.

Ortiz (2012), refiere también que los objetivos del primer levantamiento eran la localización, descripción y clasificación de los distintos potreros agrícolas para planear y llevar a cabo un programa de mejoramiento e intensificación de la agricultura en el CIP Camacani. Como información complementaria se describía, en forma general, el clima, la vegetación, la fisiografía por paisajes y las características determinantes de los grupos de suelos, así como el uso actual y las posibilidades de desarrollo agrícola de cada potrero. Se describían las unidades de croquis en función a su fisiografía, los grupos de suelos que comprenden y su uso actual. Se indica la superficie de cada serie y el porcentaje de las clases de tierras de acuerdo con la posibilidad de uso agrícola de cada zona y se dan las recomendaciones para cultivo, mejoramiento y conservación de los suelos de cada una. Los diferentes nombres comunes tradicionales andinos de lugares que aparecen denominados en las unidades de croquis se han usado únicamente por conveniencia para poder diferenciarlas. En cada zona aparece un renombrado diferente de uno al otro y así como la numeración de potreros en zonas de Camata.

Para fines de la zonificación agropecuaria se requiere el reconocimiento total de la capacidad productiva de la tierra. Por tal motivo, el presente estudio se plantea los siguientes objetivos de Investigación:

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivos generales

- Caracterizar seis potreros elegidos de producción agrícola en el centro de Investigación y Producción Camacani, periodo 2015- 2016.
- Proponer un plan de manejo de acuerdo a los resultados de Caracterización de los potreros del CIP Camacani.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar suelos agrícolas de los potreros de nombres: Pie de Post Grado, Eucalipto Esquina, Chimahuicucho, Murumaya pampa de la zona de Camacani y los potreros 01 y 03 de la zona de Camata.
- Proponer un plan de manejo, para un uso práctico de los Potreros del-CIP Camacani.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. El suelo

La palabra suelo deriva del latín *solum*. Que significa suelo; sin embargo, su definición es muy compleja y depende del enfoque que se le dé agronómicamente, el suelo es considerado como un cuerpo natural dinámico, compuesto de una masa de material inorgánica, que contiene dos coloides de naturaleza inorgánica y orgánica, animales y plantas muertos y vivos, agua y gases en cantidades variables y de alguna forma balanceada; que permite el crecimiento de las plantas (Herrera, 2010).

2.1.1.1. Propiedades físicas

a. Textura

Es una cualidad que indica la cantidad relativa de partículas individuales de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. Ningún suelo está compuesto de un solo elemento, lo normal es que exista una mezcla variable de ellas (Bermúdez, 2011).

b. Estructura

Es la agregación u ordenamiento de las partículas individuales (arena, limo y arcilla) en partículas secundarias de mayor tamaño llamadas agregados, que permiten el flujo libre de aire y agua. La forma, tamaño y estabilidad de estas partículas secundarias (agregados) es denominada estructura del suelo (Bermúdez, 2011).

La estructura está en relación con:

- Textura.
- Contenido de materia orgánica.
- Presencia de carbonatos.
- Agentes cementantes: calcio, sales, aluminio, etc.
- Agentes dispersantes: sodio.

2.1.1.2. Propiedades químicas

a. Materia orgánica

Está compuesta por restos de origen vegetal y animales descompuestos, generalmente son de color negro.

b. Reacción del suelo o pH

El pH es una propiedad química del suelo muy importante. La reacción del suelo o pH afecta la disponibilidad de los nutrientes del suelo y el desarrollo de las plantas. Los suelos extremadamente ácidos contienen cantidades altas de fierro y aluminio en forma soluble que son tóxicos para las raíces e impiden el desarrollo de la planta. En el caso que el pH es bajo se corrige aplicando cal o estiércol (Bermúdez, 2011).

c. Nitrógeno, fósforo y potasio

Son los elementos minerales que contiene un suelo agrícola.

2.1.1.3. Propiedades químicas**a. Propiedades biológicas**

Una propiedad biológica del suelo es su fertilidad, y esta depende de la presencia de microorganismos (hongos, bacterias) o de micro fauna (insectos, lombrices), que se encargan de procesar los restos de vegetales (tallos, raíces, hojas, frutos) y de animales (plumas, huesos) para convertirlos en abonos orgánicos. Por lo tanto, un suelo rico en materia orgánica será más fértil. (Calla, 2012).

2.1.2. Nutrición vegetal

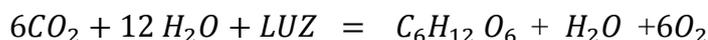
Es un conjunto de procesos que facilitan a los vegetales absorber y asimilar del medio ambiente los nutrientes necesarios para que puedan realizar sus funciones fisiológicas como crecimiento, desarrollo, reproducción y senescencia (Azcarate, 2008).

Se puede citar tres tipos de nutrición:

- Nutrición carbonada
- Nutrición hídrica
- Nutrición mineral

a. Nutrición carbonada (Carbono)

Fotosíntesis (Respiración). Proceso que consiste en la transformación del CO_2 del aire en carbohidratos (Azcarate, 2008).



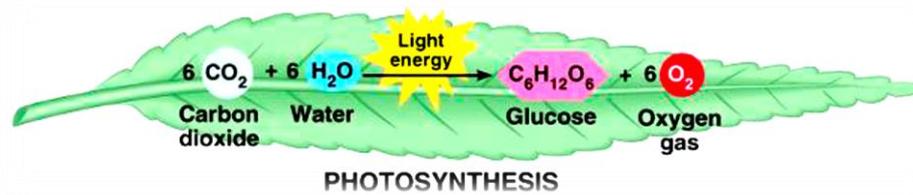


Figura 1. Proceso de la Fotosíntesis

b. Nutrición hídrica (Agua)

Proceso que consiste en la nutrición de agua de la planta, para esto se necesita un suelo con buenas condiciones físicas para su almacenamiento. Y también determinar sus requerimientos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. La absorción del agua se realiza por las raíces de la planta.

c. Nutrición mineral (Nutrientes)

El elemento es esencial si:

- Su deficiencia hace imposible a la planta completar sus ciclos vegetativos y reproductivos.
- La deficiencia es específica y sólo se corrige aplicando este elemento.
- El elemento está directamente implicado en el metabolismo de la planta.

Tabla 1. Criterios de esencialidad.

<p>DIRECTO: Cuando forma parte de alguna molécula vital en el metabolismo de la planta.</p>	<p>MACRONUTRIENTES</p>	<p>PRIMARIOS</p>	90%	CARBONO	
				OXIGENO	
					HIDROGENO
		<p>SECUNDARIOS</p>	9%	NITROGENO	
	FOSFORO				
	POTASIO				
	CALCIO				
	<p>INDIRECTO: Su deficiencia limita el ciclo vital de una planta pero puede corregir si se suministra ele el elemento</p>	<p>MICRONUTRIENTES</p>		1%	HIERRO
MANGANESO					
ZINC					
BORO					
COBRE					
				MOLIBDENO	

Fuente: Calla, (2012).

2.1.3. Formas en que se encuentran los nutrientes en el suelo

Según (Azcarate 2008), los nutrientes en el suelo se encuentran en diferentes formas o presentaciones, así:

- Disueltos en la solución suelo (solubles).
- Adsorbidos en el complejo arcillo-húmico (cambiables o intercambiables).
- Como compuestos o sales insolubles y en material madre.
- En los compuestos orgánicos.

2.1.4. Mecanismos de absorción radicular de los iones (Nutrientes)

- a) **Intercepción radicular:** La raíz en su proceso de desarrollo entra en contacto con los nutrientes de la solución del suelo, para ello los nutrientes deben estar en la solución. Este mecanismo de absorción es para los siguientes nutrientes: Ca, Mg, Mn y Zn.
- b) **Flujo de masas:** Está ligado a la transpiración. Explica el movimiento de nutrientes de una parte más húmeda (lejos de la raíz) a otra más seca (cerca de la raíz). Por este mecanismo se absorben: N, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, Cu, y Mo.
- c) **Difusión:** Hay movimiento de nutrientes a distancias cortas (dentro de una fase acuosa), yendo de una región de mayor concentración a otra de menor concentración (superficie de la raíz). Por este mecanismo se absorben: P y K (Calla, 2012).

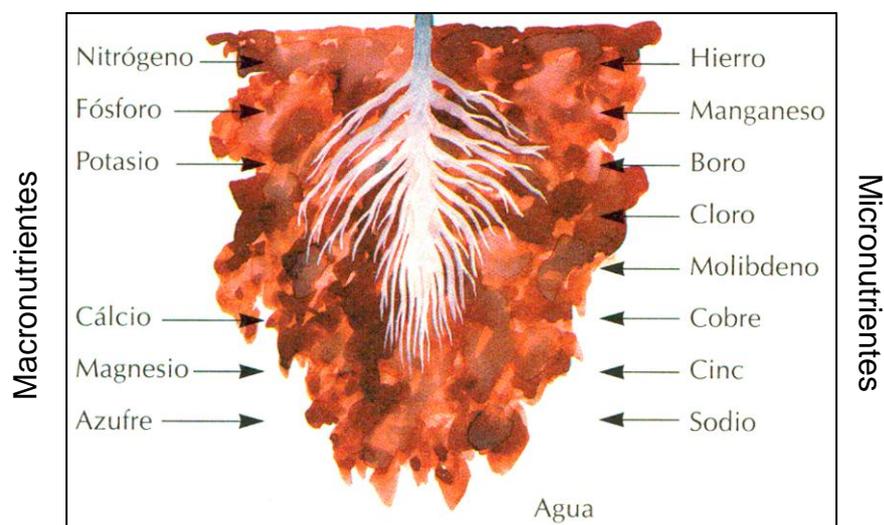


Figura 2. Criterios de Esencialidad

2.1.5. Funciones de los nutrientes.

a) Nitrógeno

- Es fundamental en la nutrición de las plantas.
- Forma parte de la clorofila.
- Participa en la formación de proteínas, cuando hay un exceso las hojas tienen mayor tamaño en consecuencia mayor área foliar para la fotosíntesis.
- Participa en el crecimiento vegetativo y desarrollo de la parte herbácea de la planta, es decir aumenta el rendimiento de la biomasa aérea (Bermúdez, 2011).

b) Fósforo

- Participa en el crecimiento de las plantas.
- Participa en el engrosamiento y fortificación de las raíces, esto generara mayor asimilación de nutrientes, permitiendo dos resultados el primero: los tallos tendrán buen grosor y segundo habrá buen macollamiento de la planta.
- Tiene poca movilidad en el suelo (Bermúdez, 2011).

c) Potasio

- Interviene en el equilibrio hídrico, turgencia celular y absorción y reducción de nitratos, es decir es muy importante para las épocas de sequía, porque evita la pérdida de agua.
- Favorece la resistencia de enfermedades, al frío y a la salinidad y disminuye la transpiración.
- Participa en la síntesis de proteína.
- Participa en la síntesis de los glúcidos (azúcares y almidones)
- La avena no es muy exigente en potasio, debido a que su sistema radicular le permite tomar el potasio requerido (Azcarate, 2008).

d) Calcio

- Forma parte de la membrana celular. Proporciona resistencia a los tejidos e interviene en el crecimiento de las raíces.
- Es de gran importancia en la multiplicación y crecimiento celular de las células de las raíces.
- Regula la absorción del nitrógeno (sinergismo).

e) Magnesio

- Constituyente esencial de la clorofila, por lo que es indispensable para la fotosíntesis.

2.1.6. Erosión de suelos

Es la pérdida del suelo agrícola originado por diversos factores, como vientos, agua de la lluvia, y otros factores; pero el principal causante es el hombre por hacer malas prácticas agrícolas como labranzas que exponen la capa arable al viento, y la ausencia de rotación y descanso para recuperar la fertilidad. Entonces para evitar se debe tener sensibilización sobre la importancia del suelo para la vida (Suarez, 2001).

La erosión del suelo por el agua es un grave problema ambiental que amenaza la función ecológica de los ecosistemas terrestres y los sistemas acuáticos en todo el mundo. La erosión del suelo es un proceso natural y se relaciona con el arrastre y el transporte de materiales de la tierra a través de una superficie dada. La pérdida de suelo se define como la cantidad de material que se elimina en realidad de una pendiente en partículas y es uno de los principales indicadores de la degradación del medio ambiente (Álvarez, 2010).

Los impactos de la erosión del suelo incluyen la pérdida de la capa fértil del suelo, la disminución de la productividad del suelo y la reducción de la calidad del agua en redes Pluviales. Los impactos económicos y ambientales de la acelerada erosión del suelo son difíciles de cuantificar debido a su extensión, la magnitud, la frecuencia y la complejidad de los procesos relacionados con ella (López, 2010).

La sedimentación y la erosión del suelo incluyen el proceso de desprendimiento, el transporte y la deposición de partículas sólidas también conocidos como sedimentos. La erosión de las zonas montañosas y las tierras agrícolas son las principales fuentes de sedimentos transportados por los ríos y se depositan en los reservorios, llanuras de inundación y deltas. La carga de sedimentos también se genera por la erosión de los lechos y riveras de los arroyos, por los movimientos de masas de sedimentos, tales como deslizamientos, caída de rocas y flujos de lodo y por la actividad de construcción de carreteras, edificios y presas (Suarez, 2001).

2.1.7. Proceso de la erosión del suelo

La erosión del suelo es un proceso de dos fases consistentes en el desprendimiento de partículas individuales de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos, como las corrientes de agua y el viento. Cuando la energía de estos agentes no es suficiente para transportar las partículas, se produce una tercera fase: su deposición. Por su parte. (Suarez,

2001). Manifiesta que la erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento (Morgan, 1997).

a) Mecánica de la erosión del suelo

Se conoce en tres procesos básicos:

- 1) Desprendimiento de las partículas.
- 2) Transporte de las partículas desprendidas.
- 3) Depósito de sedimentación.

Las fuerzas que actúan o fuerzas tractivas dependen de la velocidad de agua, la turbulencia, los caudales, la forma y rugosidad del canal y la resistencia del suelo, la fuerza tractiva depende de la estructura y las interacciones físico - químicos entre las partículas de suelo. El control de erosión está dirigido a disminuir la fuerza tractiva y/o aumentar la resistencia del suelo a la erosión (Suarez, 2001).

b) Manejo de suelos

Un buen manejo de suelo es de importancia decisiva para el éxito de los programas de conservación de suelos porque solamente manteniendo la fertilidad y la estructura del suelo se obtendrá una buena cobertura vegetal, donde la estructura del suelo se descompone y sobreviene la erosión, se eliminan del suelo los nutrientes vegetales vitales y materia orgánica mediante la escorrentía y se adhieren a las partículas erosionadas. Aunque las sustancias nutritivas pueden sustituirse utilizando fertilizantes minerales, el material orgánico no puede restitirse de esta manera y no obstante, es el material orgánico el que contribuye a la estabilidad de los agregados del suelo por medio de los enlaces químicos entre las arcillas y los compuestos húmicos (Morgan, 1997).

2.1.8. Niveles aceptables de erosión de suelos

Se define como la máxima cantidad de suelo que se puede perder por erosión de una parcela, sin sufrir degradación excesiva, a pesar de que se explote agrícolamente en forma continua (Cortes 1991).

Los niveles de aceptación o límites tolerables están en función del proceso de formación de suelos que es de 25mm de grosor en 30 años, el nivel tolerable de pérdida sería de

12.5tn/ha/año (Cortes 1991). En el siguiente cuadro se ilustran las tasas erosivas de pérdida de suelo y los grados de erosión.

Tabla 2. Niveles de pérdida de suelos tolerables

N°	Perdida Tn/ha/año	Grado de Erosión Hídrica
1	Menores a 5	Erosión baja
2	5 – 25	Erosión moderada
3	25 – 50	Erosión media
4	50 – 100	Erosión alta
5	100 – 200	Erosión muy alta
6	Mayor a 200	Erosión crítica

Fuente: Ramos (2001).

2.1.9. Degradación de los suelos

Existen diferentes factores que causan la degradación de suelos, todos ellos están interrelacionados lo que dificulta su estudio. Como se ha visto los principales factores de degradación de tierras son la erosión del suelo causada por el viento o el agua, proceso que afecta de forma generalizada en el mundo y que es posible que se agrave por el cambio climático; el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas; disminución de la materia orgánica; contaminación; salinización; y pérdida de biodiversidad; o en general de las propiedades económicas del suelo o la pérdida duradera de vegetación natural (Cortes 1991).

La degradación de tierras, como consecuencia de lo anterior, implica importantes cambios socioeconómicos, como: desequilibrios en los rendimientos y producción de los Agrosistemas, disminución o pérdida de ingresos económicos, ruptura del equilibrio tradicional entre las actividades agrícolas y de pastoreo, abandono de tierras y cultivos, deterioro del patrimonio paisajístico, emigración, etc. (Isric 1990).

Existen diferentes factores que causan una degradación del suelo, todos ellos están interrelacionados lo que dificulta su estudio. Como hemos visto los principales factores de degradación de tierras son la erosión del suelo causada por el viento o el agua, proceso que afecta de forma generalizada en el mundo y que es posible que se agrave por el cambio climático; el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas; disminución de la materia orgánica; contaminación; salinización; y pérdida de

biodiversidad; o en general de las propiedades económicas del suelo, o la pérdida duradera de vegetación natural. (Álvarez, 2010).

2.1.9.1. Deterioro físico

a) Climáticos

- Aridez y altas temperaturas. Fuerte evapotranspiración
- Distribución de las precipitaciones irregular
- Alternancia de períodos de sequía y de lluvias torrenciales

b) No Climáticos

- Erosión hídrica y eólica
- Espesor: Retención de humedad; pérdida de componentes más finos.
- Estructura Aireación. Retención de humedad; permeabilidad. Infiltración.
- Sellado y encostramiento del suelo
- Compactación del suelo
- Ocupación por la construcción e infraestructuras.

2.1.9.2. Deterioro químico

- a) Salinización y alcalinización de suelos y aguas
- b) Reducción de fertilidad
- c) Contaminación del suelo toxificación
 - Productos fitosanitarios
 - Fertilizantes
 - Metales pesados
 - Acidificación (lluvia ácida, minería)
 - Residuos orgánicos de origen urbano
 - Radiactividad.

2.1.9.3. Deterioro biológico

- a) Disminución de la biodiversidad: Pérdida duradera de la vegetación natural.
- b) Reducción en el contenido en materia orgánica
 - Fertilidad
 - Física (estructura); química (intercambio iónico) y biológico (sustento de organismos)

- Disminución de los organismos del suelo (Jaramillo, 2001).

2.1.10. Erodabilidad del suelo

La Erodabilidad del suelo como la susceptibilidad y facilidad del suelo a la erosión, menciona además que las características físicas químicas de un suelo determinan su grado de erodabilidad. Las propiedades del suelo que tiene efectos en la erosión causada por el agua son, la capacidad de absorción y retención de agua, condición de superficie e infiltración, facilidad de dispersión, tamaño de la particular y grado de agregación (Hudson, 1997).

2.1.11. Cobertura vegetal

La vegetación actúa como la capa protectora o amortiguadora entre la atmosfera y el suelo, los componentes aéreos como hojas y tallos absorben parte de la energía de las gotas de lluvias, del agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo, mientras que los componentes subterráneos como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Ríos y Álvarez, 1987).

2.1.12. Clima

Es uno de los agentes principales en relación a la modificación de los paisajes naturales y su acción modeladora, en general en equilibrio con el resto de los elementos ambientales, se ve potenciada y acelerada cuando la intervención humana o acción antropogénica es contraria a este equilibrio. Este se traduce en que el clima y sus variables por si solos no son los agentes responsables de la problemática de la erosión, si no que su acción, cuando el equilibrio ambiental esta alterado induce a que el proceso se manifieste y su conocimiento de las bases para el control de los procesos erosivos (Suarez, 2001).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Acidez cambiabile

Es el porcentaje de la Capacidad de Intercambio Catiónico – CIC, de los cationes ácidos (aluminio más hidrogeno) retenidos en los coloides (Jaramillo, 2001).

2.2.2. Capacidad de campo

La capacidad de campo de un suelo se define como la cantidad de agua que puede retener éste a drenaje libre. Su valor tiene relación con la textura y la estructura del suelo. El resultado se da en porcentaje, es decir, es la cantidad de agua que pueden retener 100 g de suelo. Esta medida es muy útil para calcular la dosis de riego de los cultivos y en general da una idea muy real de las características hídricas del suelo (Suarez, 2001).

2.2.3. Caracterización de suelos

Permiten conocer y detectar posibles afecciones que se hayan provocado sobre el suelo, mediante la investigación y determinación de parámetros contaminantes que afecten al mismo. En una primera fase de este estudio se realizará una delimitación de la zona de estudio y un pre diagnóstico de afección, incluyendo un estudio histórico del emplazamiento y su entorno y una caracterización geológica hidrogeológica y geoquímica del suelo. En una segunda fase se planificará un programa de muestreo analítico con el objetivo de identificar posibles contaminantes. Por último, realizará una evaluación de riesgos ambientales diseñando las medias correctivas que permitan la mitigación de los impactos (Álvarez, 2010).

2.2.4. Contaminantes de los suelos

Los principales contaminantes de los suelos que pueden afectar a los cultivos son los metales pesados y los residuos de plaguicidas. La mayoría de estos compuestos quedan retenidos en los primeros centímetros del suelo. Así su contenido será mayor en superficie decreciendo con la profundidad. Por ello para conocer el contenido máximo en el suelo es recomendable muestrear los primeros 5 cm o el primer horizonte si se voltea la tierra frecuentemente. Solamente en algunos casos, cuando se trata de productos muy solubles, será necesario muestrear en profundidad (Morgan, 1997).

2.2.5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Es la capacidad que exhiben los coloides del suelo de retener cationes e intercambio de la solución suelo, se debe gracias a las cargas negativas superficiales que exponen los coloides (Cari, 1993).

2.2.6. Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CIC Efectiva)

Se halla sumando todos los cationes presentes sobre los coloides (Cortes 1991).

2.2.7. Cation cambiabile

Se encuentra neutralizando las cargas negativas del complejo coloidal. Se consideran los siguientes elementos: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , H^+ , Al^{3+} , H^+ como coloides del suelo, partículas presentes en el suelo, que presentan un reducido tamaño y una gran área superficial humus, arcilla, óxidos, hidróxidos de Al^{3+} , Fe^{3+} y minerales amorfos como el alófono (Álvarez, 2010).

2.2.8. Conductividad eléctrica

Es un indicador de la salinidad del suelo. Se define como la facilidad al pasaje de la corriente eléctrica en la solución suelo debido a la presencia de iones solubles. Ello significa que la conductividad eléctrica será mayor si existe más cantidad de iones solubles (Morgan, 1997).

2.2.9. Degradación del suelo

Se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes a prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión, dentro de un ecosistema (Isric, 1990).

2.2.10. Degradación de las tierras

Son importantes para capturar la complejidad de los procesos de degradación y su evaluación subjetiva de los diferentes actores en el suelo y en la tierra. (Morgan, 1997).

2.2.11. Degradación de la tierra

Abarca un alcance más amplio que la erosión y degradación de suelos en conjunto ya que cubre todos los cambios negativos en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios (Jaramillo, 2001).

2.2.12. Desertificación

Es otro término común utilizado para la degradación de la tierra en zonas de tierras áridas y/o el cambio irreversible de la tierra a tal estado que ya no puede ser recuperado a su uso originario (Dale, 1984)

2.2.13. Estructura

Organización natural de las partículas del suelo en unidades separadas por superficies de fractura. Estas unidades son conocidas como agregados o "Peds", las cuales pueden unirse

entre ellos formando un complejo de agregados, siendo fácilmente alterada (Jaramillo, 2001).

2.2.14. Erosión del suelo

Es un término común que a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas del suelo de la capa superficial y nutriente del suelo. La erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo (Dale, 1984)

2.2.15. Elementos esenciales o nutrientes

Desempeñan una función específica dentro de la planta. Son 16(Dieciséis) elementos de las cuales 3 son absorbidos por la planta directamente de la atmosfera como: C, O, H, Los 13 (trece) restantes son absorbidos a parte del suelo como: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B y Cl (Hudson, 1997).

2.2.16. Fertilidad química

Es la capacidad inherente del suelo para proporcionar nutrientes a las plantas en cantidades adecuados y en proporciones convenientes, dependiendo de factores que permiten que estos nutrientes estén en forma disponible como, por ejemplo, el pH y la mineralización de la materia orgánica (López, 2010).

2.2.17. Fertilización orgánica

Consiste en usar abonos orgánicos (Tabla 1), los cuales mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Bermúdez, 2011).

2.2.18. Fertilización química

Consiste en proporcionar a las plantas nutrientes de fácil disponibilidad provenientes de fertilizantes químicos (Hudson, 1997).

2.2.19. Lucha contra la desertificación

Se entiende por desertificación, como la degradación de tierras de las zonas áridas, semiáridas y sub húmedas secas como resultado de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Por lucha contra desertificación se entiende las actividades que forman parte de un aprovechamiento integrado de la tierra

de las zonas áridas, semiáridas y sub húmedas secas para el desarrollo sostenible y que tienen por objeto: La prevención o la reducción de la degradación de las tierras, la rehabilitación de las tierras parcialmente degradadas y la recuperación de tierras desertificadas (Jaramillo, 2001).

2.2.20. Macronutrientes

Son requeridos por las plantas en cantidades mayores y se dividen en dos grupos: primarios y secundarios. En los primarios se encuentran: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Entre los secundarios están: calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (Quiroga y Romano, 2008).

2.2.21. Micronutrientes

Son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pero necesarias para su desarrollo: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl) (Morgan, 1997).

2.2.22. Mitigación

Es la intervención pretendida para reducir la degradación en curso, resulta en una etapa en que la degradación haya iniciado. El objetivo principal es detener la degradación continua y comenzar con el mejoramiento de los recursos y sus funciones. Los impactos de mitigación tienden a ser visibles en corto y mediano plazo; La palabra “mitigación” a veces también se utiliza para describir la reducción de los impactos de degradación (Suarez, 2001).

2.2.23. Materia orgánica del suelo

Se encuentra en el suelo, en equilibrio con las condiciones medio ambientales, está constituido por todos los residuos orgánicos en diferentes estados de descomposición (Quiroga y Romano, 2008).

2.2.24. Prevención

Implica el uso de medidas de conservación que mantiene los recursos naturales y su medio ambiente productivos (López, 2010).

2.2.25. Porcentaje de saturación de bases (SB %)

Es la cantidad de iones cargados positivamente, con exclusión de iones hidrógeno y aluminio, que son absorbidos en la superficie de las partículas del suelo y se mide o es expresada como un porcentaje. El porcentaje de saturación de bases se relaciona positivamente con el pH del suelo, por lo que un valor de saturación de bases alta indicaría que los sitios de intercambio de una partícula de suelo están dominados por iones no ácidos. Este parámetro permite definir la disponibilidad de elementos como el Ca, Mg, Na y K para las plantas, siendo ideal una saturación media de bases. Un porcentaje de saturación de bases menor al 35% es considerada como un parámetro bajo, un %SB contenidos entre 35 - 50 % es considerado medio y mayor al 50% es un parámetro de saturación alto (López, 2010).

2.2.26. Rehabilitación

Es necesario cuando la tierra está degradada a tal punto que su uso ya no es posible y se ha convertido prácticamente improductivo. En consecuencia, se necesita inversiones de largo plazo y más costosos para poder obtener algún impacto positivo (Isric 1990).

2.2.27. Reacción del suelo

Es el logaritmo negativo de la concentración de Iones Hidrogeno (López, 2010).

2.2.28. Sequía

Por sequía se entiende como el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras (Isric 1990).

2.2.29. Textura

Se refiere al porcentaje relativo de las fracciones minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro tal como la arena (de 2.0 a 0.02 mm), limo (de 0.02 a 0.002 mm) y arcilla (menores a 0.002 mm o menores a 2 micra). Es una de las características más permanentes del suelo y depende de las características del material madre, y de los procesos de formación que sobre el actúan. La textura refleja de algún modo el grado de actividad Físico-Química del suelo, el mismo que está determinado por el área superficial total se incrementa en forma considerable, correspondiendo por consiguiente a la arcilla de

carácter coloidal (tamaños menores a 0.1 micras), el asiento de las múltiples reacciones que tienen lugar en el suelo (Quiroga y Romano, 2008).

2.2.30. Tierra

Por tierra se entiende el sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema (Azcarate, 2008).

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

- a) H_0 Existe una relación significativa entre la caracterización de los suelos y los 06 (seis) potreros elegidos de producción agrícola del Centro de Investigación y Producción CIP-Camacani, periodo 2015- 2016.
- b) H_1 Existe una relación significativa entre la propuesta de manejo y los resultados de caracterización de los potreros del Centro de Investigación y Producción CIP-Camacani.

2.3.2. Hipótesis específico

- a) Existe una relación significativa entre la caracterización de los suelos agrícolas y los potreros de nombres: Pie de post Grado, Eucalipto Esquina, Chimahuicucho, Murumaya Pampa de la zona de Camacani y los potreros 05 y 06 de la zona de Camata.
- b) Existe una relación significativa entre la propuesta de manejo y los resultados de caracterización de los seis potreros del Centro de Investigación y Producción Camacani. UNA Puno.

III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Localización del área de investigación

3.1.1. Localización del estudio

El presente trabajo de Investigación se realizó en el centro de Investigación y Producción CIP-Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Ubicado en el sector Camacani y Camata que geopolíticamente pertenece al Distrito de Platería, Provincia y Departamento de Puno a 24 km sobre la carretera panamericana Sur Puno - Desaguadero.

Las muestras de suelos fueron tomadas de parcelas llamadas potreros de las áreas agrícolas del Centro de Investigación y Producción, la ubicación geográfica del centro, se detallan a continuación:

a) Coordenadas

Comprendida por las siguientes coordenadas Geográficas:

- Latitud Sur: 15°14'36" /UTM-X-413241
- Longitud Oeste: 72°28'30" /UTM-Y-8231940

b) Extensión superficial

EL CIP en el sector Camacani, tiene una extensión de 60.37 hectáreas, con un perímetro de 4259.11 metros y en el sector de Camata cuenta con una extensión de 39.31 hectáreas y un perímetro de 2783. En total el **CIP** cuenta con una extensión de **104.00** hectáreas.

c) Límites:

- Norte : Ribera del lago Titicaca
- Sur : Con Ankarani
- Nor Oeste : Con la Parcialidad camacani
- Nor este : Con la Rinconada
- Sur Oeste : Propiedad Chata
- Sur Este : Con la parcialidad Platería

d) Región natural

De acuerdo a las características de clima, suelo, vegetación, fauna y altitud; el CIP-Camacani está comprendida en la región natural Suni, cuyas características generales entre otras son: clima templado frío, ubicado a una altitud a 3830 m.s.n.m en el sector de Camata y a 3850 m.s.n.m en el sector Camacani, con vegetación variada de acuerdo al sector en que uno se ubique en general predominan las gramíneas y otras especies arbóreas y arbustivas entre otras especies de Pinos, Eucalipto, Ciprés, Ceticios o retamillas lo cual genera un microclima agradable que favorece al confort de la flora y fauna de la zona.

e) Zona de vida

Por el sistema de clasificación del diagrama bioclimático adoptado por Holdridge en 1976, el área de estudio se encuentra en Zona de vida “bosque húmedo-montano Subtropical”, cuyas características son: Biotemperaturas medias anuales entre 7.5 y 9.5 °C y precipitaciones totales anuales entre 600 y 750 mm. Esto se corrobora con los datos registrados en los últimos 48 años por la estación meteorológica Rincón de la cruz-Acora puno, cuyos resultados indican una temperatura promedio de 8.2 °C y una precipitación total promedio de 738 mm. Asimismo esta zona de vida incluye a tierras con aptitud agrícola para cultivos como papa, quinua, cañihua, cebada, haba, trigo, avena, etc. y para plantaciones forestales con especies nativas y exóticas.

f) Temperatura

En la estación Meteorológico rincón de la Cruz-Acora Puno, se registran datos que comprenden del año 1960 a la fecha, cuyos registros se observan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Datos Meteorológicos.

DATOS METEOROLOGICOS DE LA ZONA SUR "SENAMI" (1960-2008)						
ESTACION: RINCON DE LA CRUZ - ACORA					Coordenadas	UTM(m)
ALTITUD: 3835 msnm					UTM Este X	413241
					UTM Norte Y	8231940
MESES	TEMP. MEDIA °C	TEMP. MAXIMA °C	TEMP. MINIMA °C	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL PROMEDIO (mm)	HUMEDAD RELATIVA (%)	EVAPORACION TOTAL MENSUAL(mm)
Enero	8.9	14.3	3.4	181.6	63	142.9
Febrero	9.3	14.6	4.6	143.5	62	127.7
Marzo	9.2	14.3	4.1	129.7	63	134.4
Abril	8.9	15.1	2.6	43.4	55	125.6
mayo	7.8	14.8	0.7	10.4	48	127.8
Junio	5.7	13.4	-2.1	5.6	46	112.2
Julio	6	13.6	-1.5	5.3	46	120.1
Agosto	6.9	14.1	-0.3	12.9	47	144.2
Setiembre	8.1	14.3	1.9	22.3	49	160
Octubre	8.8	15.2	2.4	38	45	187.9
Noviembre	9.1	15	3.1	51.6	49	175.4
Diciembre	9.6	15.1	4.1	93.7	54	167.3
ANUAL	PROM=8.2	PROM=4.5	PROM=1.9	Σ=738	PROM=738	Σ=1725.5

Fuente: Proyecto "fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial de la región Puno, 2011.

3.2. Material experimental (Metodología)

Para el cumplimiento del proceso metodológico de los objetivos se ha partido de una fase inicial que contempla la recopilación de información general del CIP-Camacani, donde los potreros para la caracterización fueron identificadas y descritas de acuerdo a los objetivos, se realizó algunos ajustes a la propuesta de investigación. Esta fase fue fundamental porque permitió la identificación y el acercamiento a la situación real y el estado en que se encuentran los potreros identificados. Ya identificado las zonas de estudio se volvió a campo con todo el material, instrumentos y herramientas necesarios para poder muestrear y obtener datos para el proceso de análisis en el laboratorio de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

Tabla 4. Potreros de estudio y ubicación geográfica por variable

N°	Variable	Potrero	Potrero	Potrero COD-	Potrero	Potrero	Potrero
		COD-0.61	COD-0.69	3.16	COD-2.54	COD-7.36	COD-10.97
		Sector Camacani				Sector Camata	
1	Nombre del Lugar	Pie de Post Grado	Eucalipto esquina	Chimahuicucho	Murumaya	Potrero 05	Potrero 06
2	Sector	Camacani	Camacani	Camacani	Camacani	Camata	Camata
3	Muestras	Muestra N°1	Muestra N°2	Muestra N°3	Muestra N°4	Muestra N°5	Muestra N°6
4	Altitud	3,868	3,858	3,843	3,838	3,86	3,852
5	Latitud Sur	15°14' 36"	15° 57' 71"	57° 04' 50"	15° 57' 26"	15°56' 90"	15° 56' 06"
6	Longitud Oeste	72° 28' 30"	70° 51' 15"	69° 51' 87"	69° 51' 89"	69° 51' 05"	69° 51' 08"

Fuente: Elaboración Propia.

Las Mapas de verificación se ilustran mediante mapas representativos de CIP Camacani, *ver anexo N° 02.*

a) Coordinación con representantes para el muestreo de suelos.

En el mes agosto del 2015, se hicieron los primeros contactos con los responsables del Centro de Investigación y Producción de Camacani, a través de los especialistas en la materia de suelos, donde se les hizo conocer sobre la investigación, finalmente tomándose las muestras de 06 potreros seleccionados. A fines del mes de junio hasta la primera semana de julio del 2016, se realizó muestreos respectivos de suelos en los 06 potreros seleccionados. Para la selección y toma de las muestras de los potreros se procedió con pala, pico, barreno y muestreador prefabricado como herramienta de mano conveniente; se colocaron y embolsaron manteniendo el suelo en condiciones adecuadas y se transportó inmediatamente al laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano.

b) Antecedentes de los potreros

En el centro de Investigación y Producción CIP-Camacani de la UNA-Puno, año a año en cada campaña agrícola en las áreas destinadas para cultivos se siembran y plantan diferentes cultivos andinos como: Papa, Quinoa, Cañihua, Mashua, Maíz, Tarwi, Cebada, Centeno, Avena, entre otros; además se garantiza el piso forrajero con la siembra de especies como la Alfalfa. Los cultivos de las últimas campañas agrícolas en los diferentes potreros, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Campañas Agrícolas Anteriores CIP Camacani – Camata.

Campañas Agrícolas	Potrero 0.61	Potrero 0.69	Potrero 3.16	potrero 2.54	Potrero 7.36	Potrero 10.97
2013-2014	Quinoa	Alfalfa	Papa	Alfalfa	papa	Tarwi
2014-2015	Quinoa	Alfalfa	Quinoa	Alfalfa	Quinoa	Cebada
2015-2016	Quinoa	Alfalfa	Cañihua	Papa	Cebada	Cebada

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1. Conducción del experimento

3.2.1.1. A nivel del campo

a) Muestras del suelo

El muestreo de suelo, se realizó en el mes de junio del 2016. Para el análisis físico químico del suelo, se tomaron 06 muestras, según el área de cada potrero, extraídas de partes homogéneas de los potreros al azar en zig zag o tipo “z” en los 06 potreros a una profundidad de la capa arable del suelo (30 cm).

Antes del muestreo se eliminó la cobertura vegetal en cada punto elegido y con una pala limpia, se realizó el corte en forma “V”, arrojando la primera palada a un costado sobre manta esterilizada. En la segunda palada se sacó, a la profundidad de muestreo, la porción de unos 3 a 5 cm de espesor, se descartó los bordes con un cuchillo esterilizado, así dando forma de un cuadrado. Enseguida se agrupa las 06 sub muestras y se mezcla en su totalidad, se homogeniza las sub muestras en un recipiente limpio esterilizado (bolsas de polietileno y baldes), de ante mano se ha desmenuzado los terrones, retirado las piedrecillas significantes y raíces o raicillas, de ahí se tomó una única muestra de suelo de 1 kg de peso aproximado y se introdujo en una bolsa estéril resistente. La misma operación se realizó en cada uno de los 06 potreros, tanto en Camacani como en Camata.



Figura 3. Muestreo zigzag o “Z”

b) Identificación de las muestras

Las muestras fueron identificadas con una etiqueta y un marcador resistente al agua. En la etiqueta se registró; nombre de la zona, código de la muestra, fecha de muestreo, profundidad de la muestra, cultivo anterior, campaña agrícola, tipo de análisis, cantidad de la muestra (Kg) y observaciones como se muestra en las siguientes imágenes:



Figura 4. Obtención de muestra método “V”



Figura 5. Identificación y peso de muestra

Para la generación de los potreros de estudio se utilizó un croquis más antiguo del centro experimental de Camacani, así mismo se utilizó mapa de base más actualizada, finalmente se ha ubicado cada potrero utilizando el SIG como herramienta del proceso. Las muestras mientras se consolidada para los seis potreros se conservaron en un lugar fresco y bajo sombra, las mismas que una vez terminada la toma de las muestras de los 06 potreros se enviaron al laboratorio de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.



Figura 6. Muestras en laboratorio de suelos

3.2.1.2. A nivel de laboratorio

a) Análisis de suelos

La determinación del análisis Físico – Químico del suelo de los 06 potreros del CIP-Camacani se ha realizado en el laboratorio de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Para la obtención de los resultados de los diferentes parámetros a medir, se ha seguido procedimientos y métodos establecidos por el laboratorio. Los parámetros a determinar y los métodos seguidos para cada uno, se detallan en la tabla 6.



Figura 7. Determinación de la Textura de los Suelos

Tabla 6. Identificación y método para el análisis de caracterización del suelo.

Parámetros	Método	Indicadores
Textura del suelo	Hidrómetro de Bouyoucos	(%)
Reacción del suelo (pH)	Electrodo Calorimétrico	pH
Conductividad eléctrica (C.E.)	Conductímetro	Mmhos/cm
Materia Orgánica (M.O)	Walkley y Black Modificado	(%)
Nitrógeno Total	Semi – Micro kjeldhal	(%)
Fosforo Disponible	Olsen Modificado	(ppm)
Potasio Disponible	Fotómetro de Flama	(ppm)
Carbonatos de calcio	Gaso – Volumetría	(meq/100g)
Aluminio cambiante	KCl 1 N	(meq/100g)

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos EPIA-UNA Puno.

IV. EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis de caracterización del suelo

Una vez realizada el proceso de caracterización de las muestras de suelo de los 06 potreros en laboratorio se apreciaron los siguientes resultados:

Tabla 7. Resultados de análisis de caracterización de suelos de los potreros.

N° Potrero	MUESTRA Y CLAVES DE POTREROS	NOMBRE DEL POTRERO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	M.O.%	N TOTAL %
			ARENA %	ARCILLA %	LIMO %			
1	M-01 CODIGO 0.61.	“Potrero Pie de Post Grado”	50.92	34.04	15.04	Franco arcillo-arenoso	1.3	0.26
2	M-02 CODIGO 0.69.	“Potrero Eucalipto esquina”.	48.44	32.68	18.88	Franco arcillo-arenoso	1.4	0.19
3	M-03 CODIGO 3.16.	“Potrero Chimahuicucho”	64.6	18.44	16.96	Franco arenoso	0.99	0.17
4	M-04 CODIGO 2.54.	“ Potrero Murumaya”	57.32	18.36	24.32	Franco arenoso	1.1	0.14
5	M-05 CODIGO 7.36.	“Potrero 5”	58.56	12.28	29.16	Franco arenoso	0.74	0.15
6	M-06 CODIGO 10.97.	“ Potrero 6”	58.52	11.96	29.52	Franco arenoso	0.88	0.18

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos EPIA-UNA Puno.

En la tabla 7, se muestran los resultados de laboratorio, se observa que se han caracterizado diferentes parámetros como son: los porcentajes de arena, arcilla, limo; la clase textural, el porcentaje de Materia Orgánica y nitrógeno total, para cada uno de los potreros; de ellos el mayor porcentaje de contenido de arena tiene el potrero 03 (Chimahuicucho), con un 64.60% y con el menor porcentaje se ubica el potrero 02 (Eucalipto esquina), con 48.44%; en contenido de arcilla lidera el potrero 01(Pie de post

Grado) con 34.04% y último se ubica el potrero 06 en Camata con 11.96%; en contenido de limo lidera el potrero 06 en Camata con 29.52% y último se ubica el potrero 01 en Camata con 15.04%. En la columna de clase textural los suelos de los potreros 01 y 02 son de textura Franco arcillo-arenoso en cambio los potreros 03, 04, 05 y 06 estos dos últimos en Camata son de textura Franco arcillo-arenoso. En la columna de porcentaje de materia orgánica, en general en los seis potreros los contenidos de materia orgánica son bajos; finalmente el mayor porcentaje de nitrógeno total tiene el potrero 01(Pie de Post Grado) con 0.26%, el resto de los potreros presentan porcentajes similares ninguno de ellos supera el 1%.

Tabla 8. Resultados de análisis de caracterización de suelos de los potreros.

N° Potrero	pH	C.E mS/cm	C:E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES INTERCAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
				ppm	ppm	me/100 g suelo						
01	5.30	0.12	0.6	7.16	185	8.27	1.32	0.16	0.15	0.30	15.60	63.46
02	5.80	0.11	0.55	8.39	258	7.89	1.88	0.17	0.16	0.00	13.80	73.19
03	4.80	0.12	0.6	5.96	137	7.71	1.26	0.15	0.13	0.70	11.80	78.39
04	5.51	0.12	0.6	9.65	209	7.82	1.58	0.16	0.15	0.60	12.40	78.31
05	5.60	0.11	0.55	6.55	113	7.52	1.88	0.16	0.16	0.00	16.40	59.27
06	5.70	0.11	0.56	9.02	137	7.59	1.77	0.16	0.14	0.00	15.80	61,14

Fuente: Laboratorio de Suelos de la UNA-Puno.

En la tabla N° 08, se muestran los resultados de laboratorio de los otros parámetros, se observa que en general los pH de los suelos de los 06 potreros son bajos desde 5.80 en el potrero 02(Eucalipto Esquina) hasta 4.80 en el potrero 03 (chimahuicucho);la conductividad eléctrica en todos los potreros no llega ni siquiera 0.15 mS/cm por lo tanto son bajos e indirectamente indican la baja salinidad de los suelos de los seis potreros, es un buen indicador ya que los suelos con elevadas conductividades eléctricas impiden el buen desarrollo de las plantas; el potasio en partes por millón si es variable en los diferentes potreros, lidera el grupo el potrero 04 (Murumaya Pampa) con 9.65 partes por millón de fosforo, esta cantidad es bueno sabiendo que los cultivos son exigentes con este macro nutriente además poco fósforo suele encontrarse en forma activa en la solución del suelo, sin embargo otros potreros contienen menor cantidad de fosforo en la tabla se observa que el potrero 03 (chimahuicucho) solo tienen 5.96 partes por millón de este

macro nutriente por lo que será necesario la fertilización química; a su turno para la cantidad de potasio el potrero 02(Eucalipto esquina) presenta la mayor cantidad de potasio con 258 partes por millón de este macro nutriente, el más bajo contenido presenta el potrero 05 en camata con 113 partes por millón de potasio, en general los suelos de la región Puno contienen buena cantidad de potasio de forma natural presentándose déficit en muy pocos lugares y Camacani no es la excepción también tienen buen contenido de potasio por lo que los 06 potreros no requieren mayor fertilización de este macronutriente; referente al contenido de los cationes intercambiables en me/100 g de suelo, el calcio se encuentra en buenas concentraciones lidera el grupo el potrero 01(Pie de Post Grado) con 8.27 mili equivalentes por 100 gramos de suelo, la menor cantidad de calcio presenta el potrero 05 en Camata con 7.52. Normalmente las cantidades de calcio presentes en los suelos exceden largamente las necesidades de los cultivos y los 06 potreros presentan cantidades suficientes de calcio, puede presentar leves deficiencias con algunos cultivos más exigentes en calcio como la quinua, cañihua o cebada; otro catión intercambiable es el magnesio la proporción de Mg^{2+} intercambiable en los suelos es generalmente menor a la de Calcio los 06 potreros presentan contenidos de magnesio entre 1 y próximos a 2, estas cifras para los potreros son buenas solo algunos cultivos como la quinua y la cañihua son algo más exigentes por lo que existiría un ligero déficit; el potasio en los 06 potreros no llega a 1, sin embargo el requerimiento de potasio intercambiables por los diferentes cultivos andinos es poco por lo tanto no hay deficiencia de potasio en los suelos de los 06 potreros estudiados; el sodio al igual que el potasio no supera 1 mili equivalente por cien gramos de suelo en los potreros estudiados en relación a la exigencia de los cultivos andinos sobre este catión intercambiable habría una ligera deficiencia en todos los potreros sobre todo con cultivos específicos como la quinua y la cañihua; referente al aluminio solo tres de los seis potreros contienen este catión y son los potreros 01(pie de Post Grado), 03 (Chimahuicucho) y 04 (Murumaya Pampa), el resto de los potreros no contienen aluminio; referente a la Capacidad de Intercambio Catiónico(CIC) y sabiendo que la CIC es la cuantificación de la capacidad del suelo de retener cationes como: Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+Al^{+++} , Mn^{++} , Fe^{+++} , lidera el grupo con 16.40 el potrero 05 en Camata y con el menor valor ubicamos al potrero 03 (Chimahuicucho) con 11.80 me/100g; finalmente el porcentaje de saturación de bases en general en los 06 potreros es un tanto elevado, lidera el grupo el potrero 03 (Chimahuicucho) con 78.39% y el más bajo con 59.27% de saturación de bases el potrero 05 en Camata.

4.1.1. Análisis estadístico de caracterización de los suelos de los potreros.

Comparación de medios mediante Tukey de la variable clase textural, respecto a porcentaje de materia orgánica como variable cuantificador categorizado.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

VARIABLE	N	R1	R1	Aj	CV
M.O %	60.76			0.70	12.91

CUADRO DE ANALISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

F.V.	SC	gl	CM	f	p-valor
MODELO	0.24	1	0.24	12.51	0.0241
CLASE TEXTURAL	0.24	1	0.24	12.51	0.0241
ERROR	0.08	4	0.02		
TOTAL	0.31	5			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33160

Error: 0.0190 gl:4

CLASE TEXTURAL	MEDIAS	n	E.E.
FRANCO ARENOSO	0.93	4	0.07 A
FRANCO ARCILLOSO			
ARENOSO	1.35	2	0.1 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Figura 8. Análisis de Varianza Normal Paramétrico

Donde el coeficiente de regresión determina en relación C.V. con un resultado de 12.91 siendo aceptable.

Según fuente de variabilidad, el valor probabilístico de acierto es 0.0241, siendo como valor probable de la comparación que se relaciona mucho con la significancia estadísticamente.

Por lo tanto, según regla de nivel de significancia alfa 0.05 que significa 5% de error normal del tamaño de los datos.

La regla probabilidad valor es menor que alfa, por tanto, nuestro valor es 0.0241, entonces se acepta la hipótesis alterna, rechazando la h_0 .

En conclusión, los suelos de los potreros respecto al valor M.O. % son distintos estadísticamente en referencia a la textura del suelo (franco arenoso, franco arcillo arenoso).

Sobre la significancia entre A y B, los grupos de M.O. (materia orgánica) de las texturas Franco Arenoso son distintos a la de M.O. de la textura Franco Arcillo Arenoso definiendo estadísticamente.

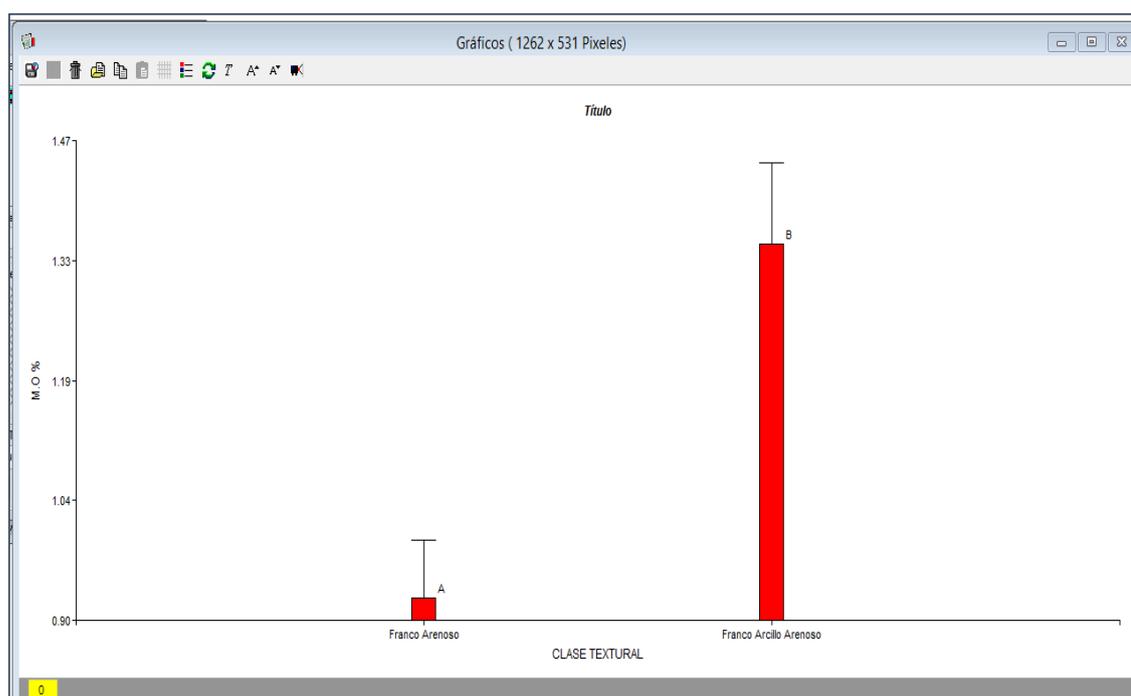


Figura 9. Diferencias entre clase textural respecto a M.O

Las diferencias de materia orgánica respecto a las clases texturales (franco arena, franco arcillo arenoso), es bien notorio según comparación entre sus barras a y b. es decir el porcentaje de la clase textural Franco Arenoso, es inferior en comparación al porcentaje de la clase textural Franco Arcillo Arenoso, sin embargo, la vibración en las dos barras respecto a la clase textural es similar.

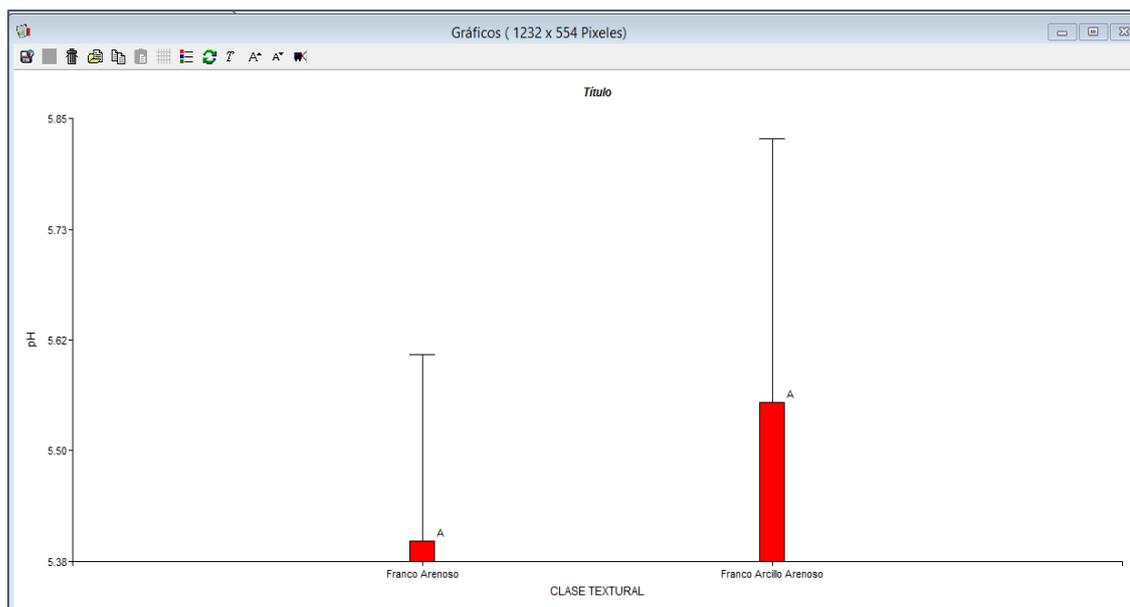


Figura 10. Comparación entre pH y clase textural.

En la imagen 9, se observa el porcentaje de la clase textural Franco arenoso muy disminuido en comparación al porcentaje de la clase textural Franco Arcillo Arenoso, la vibración respecto al pH, en ambas barras es parecido esto se nota en su longitud con una ligera variación.

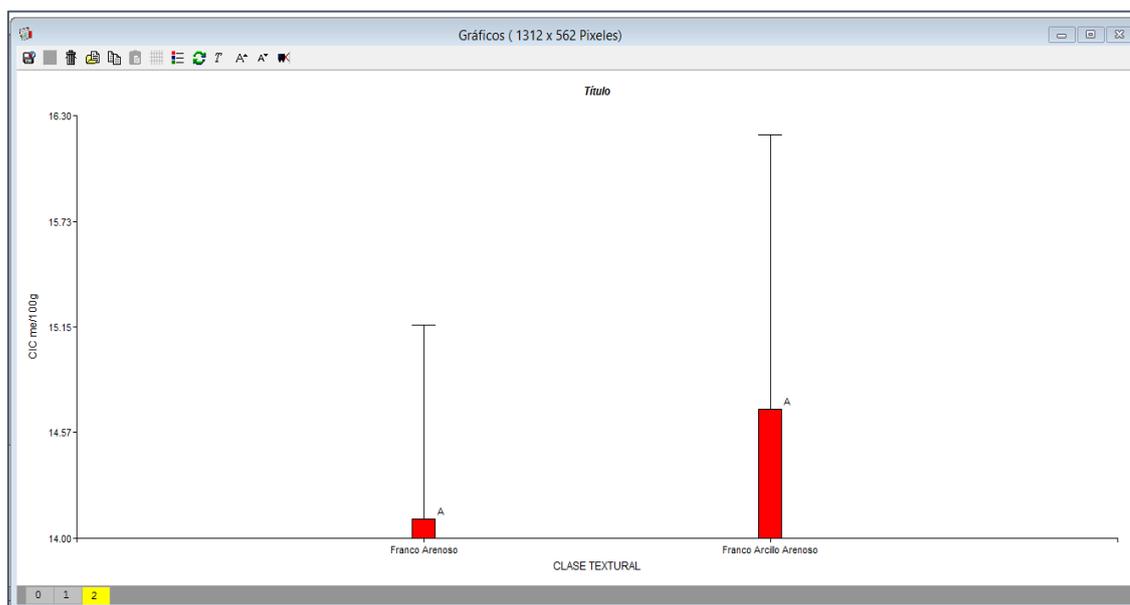


Figura 11. Comparación entre CIC respecto a clase textural

En la imagen anterior se observa, el porcentaje de la clase textural Franco Arenoso muy disminuido en comparación a la clase textural Franco Arcillo Arenoso; de la misma forma

la vibración respecto a la capacidad de intercambio catiónico, se observa la longitud de la barra asignado a la vibración amplia en ambas barras.

Comparación de Minerales Respecto a Clase Textural

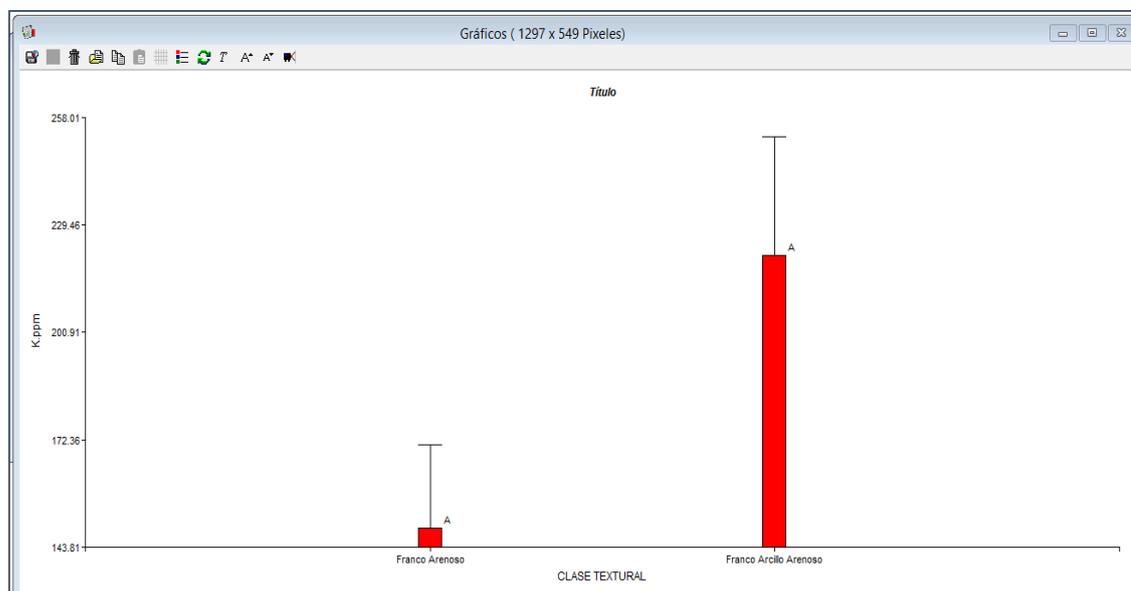


Figura 12. Comparación de K Disponible respecto clase textural

En la imagen anterior según el tamaño de las barras, se observa el porcentaje de la clase textural Franco Arenoso muy disminuido en comparación a la clase textural Franco Arcillo Arenoso, sin embargo, la longitud de la vibración o variación es similar.

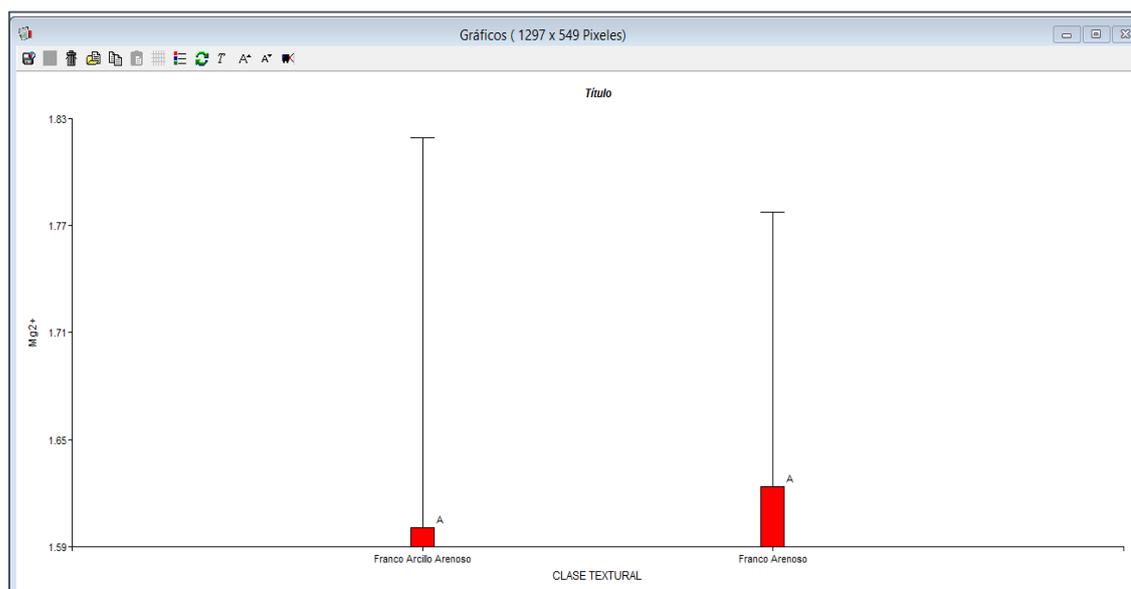


Figura 13. Comparación del Mg⁺⁺ respecto a la clase textural

En la imagen anterior se observa que el porcentaje de la clase textural Franco Arcillo Arenoso es disminuido en comparación a la clase textural Franco Arenoso, sin embargo, la longitud de la vibración de ambas barras respecto al magnesio es muy variado, la clase textural Franco Arcillo Arenoso presenta mayor vibración en comparación a la clase textural Franco Arenoso.

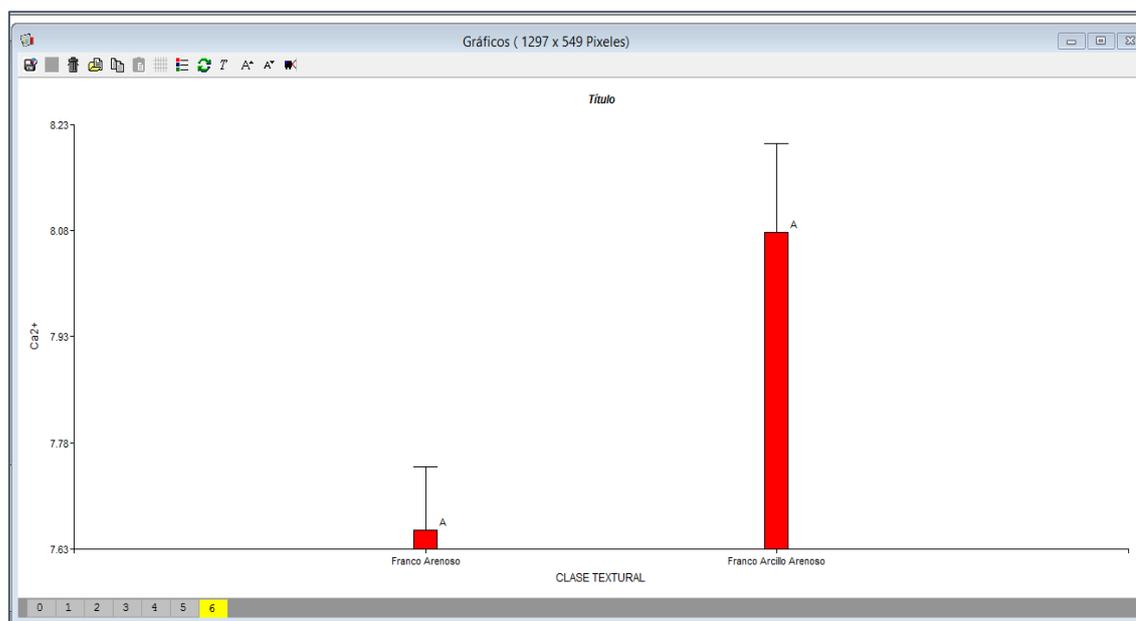


Figura 14. Comparación del Ca⁺⁺ respecto clase textural

En la imagen anterior se observa que el porcentaje de la clase textural Franco Arcillo Arenoso es muy elevado en comparación a la clase textural Franco Arenoso, sin embargo, la longitud de la vibración de ambas barras respecto al calcio es muy similar con una pequeña variación.

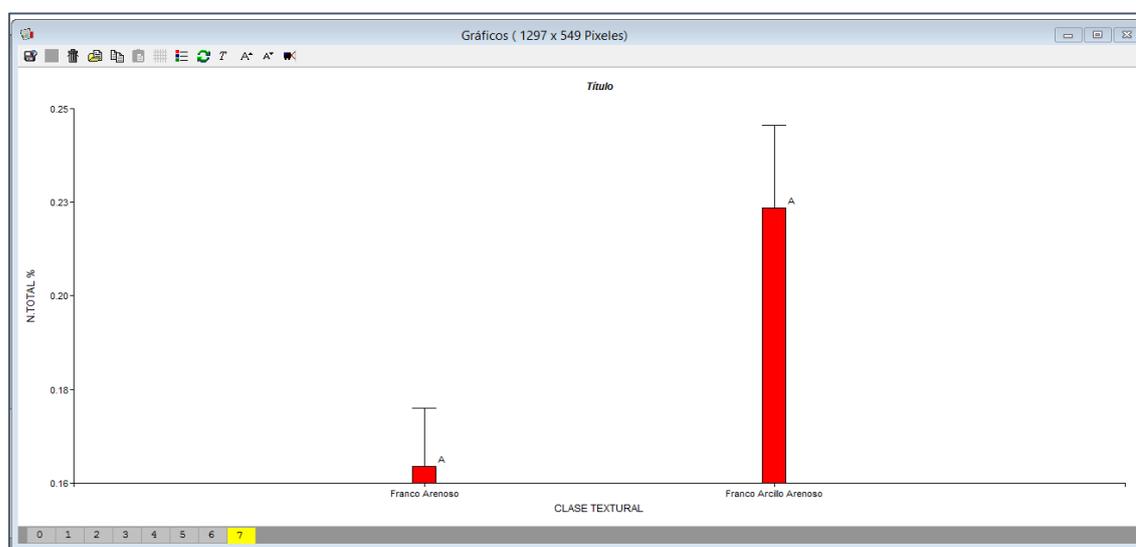


Figura 15. Comparación del nitrógeno total respecto clase textural

En referencia a los minerales que contiene los suelos de los potreros, de todas las muestras presentan valores similares estadísticamente o comparando, con la diferencia de mayor o menor vibración.

4.2. Plan de manejo de suelos de CIP CAMACANI

Para una mejor conducción de plan de manejo del centro experimental de investigación Camacani, en primer lugar, se debe tener en cuenta la calidad agroecológica. Este factor considera al suelo como el medio de sostenimiento y desarrollo de las plantas. Siendo las características del suelo muy variables, se manifiesta suelo con cultivos y pastos dentro del centro. Se establece que bajo las mismas condiciones naturales a mejores suelos deben corresponder una mayor capacidad de carga cultivar asimismo en las áreas forrajeras.

En la valoración de estos suelos se considera características físico cualitativas más importantes, como a) profundidad efectiva de raíces; b) Textura; c) Pendiente; d) Erodabilidad; e) Drenaje y f) Reacción de suelo (pH). Estas características pueden ser apreciadas con facilidad y rapidez sin dejar de lado la precisión y certeza de su determinación. Considerando los siguientes pasos.

4.2.1. Pasos para la determinación físico cualitativas importantes

4.2.1.1. Profundidad efectiva

Se considera también profundidad efectiva, que es el espesor de capa arable más favorable para los cultivos a sí mismo para crecimiento y el desarrollo de las raíces, para el almacenamiento del agua aprovechable donde las plantas crecen desarrolla normalmente. Debe estudiarse hasta los límites con otras capas que impidan o retarden en forma considerable el crecimiento de los cultivares como de los pastizales.

Estos impedimentos pueden ser el nivel freático, la roca subyacente, claipam, etc. La profundidad está relacionada con el drenaje, la capacidad para almacenamiento de agua y de nutrimentos al mismo tiempo y en general con el medio apropiado para el desarrollo normal de las raíces.

La profundidad efectiva de los suelos del CIP Camacani se determinaría alcanzando perforaciones con barrenos de tornillo u ouger o mediante abertura de calicatas. Donde la

profundidad efectiva se calificaría de acuerdo al cuadro 1. Las características físico – cualitativas del suelo serian calificados de acuerdo el siguiente tabla y Escalas propuestos por Storia *et al.*, (2010).

Tabla 9. Profundidad efectiva del suelo.

Categorías	Profundidad, cm.	Valor porcentual, %
Muy profundo	Más de 100 cm.	95 -100
Profundo	60 a 100 cm.	90 - 94
Medianamente profunda	25 a 60 cm.	70 - 89
Superficial	10 a 25 cm.	50 - 69
Muy superficial	Menos de 10 cm.	20 - 49

Fuente: Storie *et al.*, (2010).

4.2.1.2. Textura del suelo

Se refiere a las proporciones relativas de las partículas individuales inferiores a 2 mm. Es decir, el contenido de arena, limo y arcilla. La textura es un factor importante porque de ella depende en parte la rapidez y absorción de agua por el suelo; esta también vinculada al desarrollo radicular de las plantas, como coeficiente de marchites y asimilabilidad de elementos nutritivos, entre otros.

En cuanto a su determinación en el campo, se hizo por el método al tacto siguiendo el procedimiento establecido por Buckman (1970), distinguiéndose en el suelo las siguientes fracciones (según la calificación internacional).

Tabla 10. Fracciones texturales del suelo.

Fracciones	Límites del Diámetro (mm)
Arena gruesa	2.000 a 0.200
Arena	0.200 a 0.020
Limo	0.020 a 0.002
Arcilla	Menores de 0.002

Fuente: Buckman (1970).

Tabla 11. Evaluación aplicada para determinar valor porcentual textura del suelo.

Textura	Valor %
Media:	96.00 a 100.00
Franco (F)	100.00
Franco limoso (F.L.)	98.33
Franco arenoso muy fino.	96.66
Limo (L.)	95.00
Pesada:	90.00 a 95.00
Arcillo arenoso (Ar.a)	89.00
Franco arcillosos limoso (F. Ar.l)	92.00
Franco arcilloso arenoso (F. Ar.a)	94.00
Franco arcilloso (F.Ar)	91.34
Ligera:	80.00 a 90.00
Franco arenoso fino (F.A.f)	89.00
Franco arenoso grueso (F.A.g)	86.00
Arcilla franca muy fina (Ar.F.mf)	83.00
Arcilla franca fina (Ar.F.f)	80.00
Muy pesada:	70.00 a 80.00
Arcilla limosa (Ar.L.)	79.00 a 75.00
Arcilla (Ar.)	75.00 a 70.00
Muy ligera:	60.00 a 80.00
Arena franca media (A.F.med.)	69.00
Arena franca gruesa (A.F.gr).	65.00
Arena (A.)	60.00

Fuente: Buckman (1970).

4.2.1.3. Pendiente dominante

Es la inclinación o declive que presenta el suelo. Es una característica de naturaleza topográfica que tiene una íntima relación con el almacenamiento y retención de agua, así como la conservación en grados o porcentajes. Se evalúa aplicando la Tabla 12.

Tabla 12. Pendiente dominante.

Apreciación del Terreno	Limite en grados	Valor porcentual (%).
Plano o casi nivel	0 - 5	95 - 100
Ligeramente inclinado	5 - 10	90 - 95
Moderadamente inclinado	10 - 25	80 - 90
Fuertemente inclinado	25 - 40	70 - 80
Muy fuertemente inclinado	40 - 60	30 - 70
Extremadamente inclinado	60 - 75	10 - 30
Terreno abrupto	Más de 75	5 - 10

Fuente: Braun (1990).

4.2.1.4. Grado de erosión

Se refiere al proceso destructivo que consiste en la remoción de la superficie de los suelos por acción del agua de lluvia, viento y otros agentes como los deslizamientos gravitacionales, según Herrera *et al.*, (2012). etc. Este factor se califica utilizando tabla 13.

Tabla 13. Calificación del grado de erosión.

Erosión	Desnudez Suelo	Valor porcentual (%)
Muy lento	0 – 3 %	95 – 100%
Leve	3 – 10%	90 – 95%
Moderada	10 – 25%	80 – 90%
Severa	25 – 40%	60 – 80%
Muy severa	40 – 70%	30 – 60%
Extremadamente severa	Más de 70%	10 – 30%

Fuente: Herrera *et al.*, (2012).

4.2.1.5. Drenaje del suelo

Es la cualidad determinante del suelo por el movimiento del agua hacia abajo y a través del suelo. Está en función a la textura principalmente.

Suelos que tienen textura gruesa drenan el terreno a través del perfil muy rápidamente; y esta forma se califica como excesiva.

Los suelos drenados de modo imperfecto por lo general, son aquellos que tienen un sub-suelo muy compacto o una capa dura subyacente, que mantiene un nivel de agua temporal por un periodo considerable durante la época de lluvias y después de ellas. La mayoría de los suelos ondulados están bien drenados.

La eficiencia del drenaje de los suelos se ha determinado en el nivel de agua alcanzando en ellas calicatas y zanjas, encontrándose a una mínima extensión con drenaje deficiente, según Herrera *et al.*, (2012). Este aspecto se califica utilizando el grado de drenaje.

Tabla 14. Calificación del grado de drenaje del suelo.

Categorías	Profundidad, m.	Valor porcentual (%)
Bueno	1.50 a mas	100
Regular	0.80 a 1.50	80 - 90
Muy rápido	1.50 a mas	50 - 70
Lento	0.40 a 0.80	20 - 40
Muy lento	Menos de 0.40	10 - 15

Fuente: Herrera *et al.*, (2012).

4.2.1.6. Reacción del suelo (pH).

Es una de las actividades más importantes para el manejo de suelos por lo tanto se designa la acidez o alcalinidad del sustrato (suelo), medido por el pH del suelo. El pH del suelo es muy importante porque tiene una relación muy estrecha con la facilidad de absorción de los diversos nutrientes vegetales de las plantas.

En muchas circunstancias determinan las plantas que pueden cultivarse o el tratamiento que es necesario según resultados para aplicar, así como la clasificación de los suelos. La reacción del suelo se determina en el laboratorio y se evalúa mediante el uso de pH.

Tabla 15. Reacción del suelo (pH).

Categorías	Grado del pH	Valor porcentual (%)
Neutro	6.6 – 7.3	100
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5	80 - 95
Medianamente ácido	5.5 – 6.0	60 - 80
Ligeramente básico	7.4 - 8.0	
Fuertemente ácido	5.1 – 5.4	30 - 60
Fuertemente básico	8.1 – 8.5	
Muy fuertemente ácido	Menores de 5.0	15 - 30
Muy fuertemente básico	Mayores de 8.5	

Fuente: Elaboración Propia.

Con fines de valorización y para poder establecer se grado de incidencia de las características expuestas en la productividad de los suelos de las canchas, potreros, Aynocas, Laymes, tabladas, praderas nativas, se utiliza el método conocido como “Storie Index” (Índice de Storie). De acuerdo a este índice, la calidad agrologica resulta multiplicados los cuatro factores, asignándole un valor porcentual a cada uno de ellos, según Storie (1970).

Tabla 16. Asignación de factores

Factor	Calidad agroecológica (C.A.)
El factor “A”	Corresponde a la profundidad efectiva del suelo
El Factor “B”	Corresponde a la textura del suelo
EL factor “C”	Corresponde a la pendiente del suelo
El Factor “X”	Corresponde a la erodabilidad del suelo

Fuente: Storie (1970).

Por lo tanto, la calidad agrologica queda expresada en la siguiente ecuación.

$$C.A. = A/100 \times B/100 \times C/100 \times X/100 \times 100$$

Es necesario aclarar que, en los estudios, la ecuación expresada se aplica para la valorización de la calidad agrologica de la totalidad de las tierras de la zona del altiplano y alto andina.

Se utiliza la modificación del índice de Storie propuesto por Málaga (1983). La calidad agrologica se completa con utilización de la clasificación de la calidad agrologica.

Tabla 17. Clasificación de la calidad agrologica.

Producto del valor porcentual de los factores	Calidad agrologica: Grado de apreciación.
80 - 100	Primera (A)
60 - 79	Segunda (B)
40 - 59	Tercera (C)
20 - 39	Cuarta (D)
10 - 19	Quinta (E)
Menores de 10	Terrenos marginales

Fuente: Storie (1970).

Tabla 18. Determinación de valores para clases económicas de canchas o potreros.

FACTORES	GRADO DE APRECIACION			
	A	B	C	D
Calidad de suelo y disponibilidad de abrevaderos	80 - 100	60 - 79	40 - 59	20 - 39
Altitud	80 - 100	69 - 70	40 - 59	20 - 39
Calidad agrologica	80 - 100	69 - 70	40 - 59	20 - 39
Valores de clase de cancha	80 - 100	60 - 79	40 - 59	20 - 39
Clase económica de cancha	I	II	III	IV

Fuente: Storie (1970).

4.2.1.7. Soportabilidad productiva de cultivos de las clases económicas de canchas o potreros.

El valor de los campos productivos, está dado por la capacidad efectiva de los cultivos. La capacidad nutricional de una cancha o potrero se estima por el análisis de suelo en el laboratorio, que puede mantener o disminuir el contenido de nutrientes y que pueda mantener por unidad de producción superficie en un periodo o campaña agrícola, según Málaga (1983).

4.2.1.8. Factores elementales para un manejo de canchas o potreros (Agua y Suelo)

a. Factor suelo

El suelo es la base fundamental para establecer cultivos y debe asegurarse que tenga suficiente disponibilidad de nitrógeno, fosforo, potasio y micro elementos tales como Ca, Mg, Na, S, Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cl y Mo. Si uno de estos nutrientes faltase o estuviese en

un nivel ínfimo al normal, el crecimiento de las plantas se verá disminuido, aun cuando los otros nutrientes disponibles en grandes cantidades. Las plantas extraen estos elementos del suelo, por lo que deben restituirse mediante la aplicación de abonos y/o fertilizantes según análisis de laboratorio, en la siembra de las especies cultivables; se protege la fertilidad del suelo, se mejora sus condiciones físicas evitando su erosión, mediante la formación de césped que actúa como manto de protección o retención, según Meller *et al.*, 1979.

Por otro lado, se debe prepararse bien el terreno, formándose una cama bastante mullido y compacta, es decir un moderado apisonamiento, porque las semillas de los cultivos son pequeñas y medianas, además requieren de un suelo completamente desterronada y uniformemente granulada.

b. Factor agua

El agua es el elemento vital y es responsable directo del rendimiento de la producción como de materia verde. Su disponibilidad, volumen y frecuencia de su uso son fundamentales para obtener altos rendimientos de cultivos y forrajes. El agua es especial para la productividad por las siguientes razones:

- Es un constituyente del protoplasma y contiene en promedio entre 85 a 90% del peso total de la producción cultivable y no cultivable.
- Participa directamente en un gran número de reacciones químicas que tiene lugar en el protoplasma. La hidrólisis y las reacciones de condensación propiamente dicha.
- El agua es una fuente de hidrogeno para la reducción del CO₂ y es un producto de la respiración para todas las especies vegetales cultivables o no cultivables.
- El agua es el soluto en el que se disuelve muchas otras sustancias y en el que se realiza las reacciones químicas.
- Realiza una variedad de funciones adicionales en los cultivos, por ejemplo, constituye un medio para el movimiento de sustancias disueltas en el xilema y floema. Es el medio en el que efectúa la fecundación y participa de diversos modos en la diseminación de esporas, fruto y semilla, según ONU (2013).

4.2.1.9. Uso de estiércol para el manejo de suelos productivos.

El estiércol animal está formado por excrementos sólidos y líquidos del ganado ovino, vacuno, caballar, aves entre otras, mezclado generalmente con ciertos materiales usados

para cama de los animales, como la paja y césped. La importancia del estiércol como fuente de nutrientes y materia orgánica es primordial.

En muchas partes del mundo, los agricultores se atienen exclusivamente al estiércol de los animales para conservar y mejorar la fertilidad del suelo.

En los fundos ganaderos como de Camacani muchos residuos de las cosechas que no son utilizados, se pueden distinguir para alimentos y/o cama del ganado y el estiércol que deja este en los rebaños es muy valiosa como sub producto de la explotación.

En general el estiércol fresco contiene de 20 a 25% de materia seca, 0.37 a 0.60% de nitrógeno, de 0.25 a 0.35% de fosforo (P_2O_5) y de 0.15 a 0.75% de potasio (K_2O), además de cantidades considerables de otros nutrientes no clasificados. Estas cifras son aproximadas, debido a que los estercoles difieren mucho en su composición, dependiendo de factores tales como, clase, edad y características individuales de los animales, producción de leche de ganado, cantidad de digestibilidad del forraje y alimentos concentrados consumidos por el ganado.

Comparado con los fertilizantes comerciales, en igualdad de peso, el estiércol animal es pobre en nutrientes para las plantas especialmente en fosforo. Así pues, se aplica por lo común en cantidades relativamente mucho más grande que los fertilizantes químicos, tal vez 50 o 100 veces más, según Arca (1970).

4.2.1.10. Uso de Abonos verdes para el manejo de suelos productivos.

El uso de abonos verdes para manejo de suelos productivos, se deben sembrar plantas escogidas; para ello se prefieren especies de leguminosas como trébol, alfalfa, haba, chocho, arveja, frijol, terciopelo, etc. Utilizándose, cuando la planta con el arado de disco, picándose el material vegetal y posterior enterarse en la capa arable del terreno.

Así, se consigue que los elementos nutritivos que dichas plantas han sustraído del suelo (sobre todo de las capas profundas para un buen manejo del suelo, lo mismo que el nitrógeno que fijan sus nódulos en las raíces de las plantas, se distribuye de manera uniforme en la capa arable, además de enriquecer en materia orgánica al suelo, según Arca (1970).

4.2.1.11. Índice de fósforo, potasio, materia orgánica y pH para el manejo de suelo en los potreros de CIP Camacani por pertenecer a la sub región sur del Perú.

Tabla 19. Fuente de abonamiento y fertilización para el manejo de suelo Camacani.

SUR REGION	INDICE			
	Fosforo	Potasio	M.O.	pH
CIP Camacani	1.81 M	2.26 A	2.02 M	1.66 Ac

Donde:

- A = Alto
- M = medio
- B = Bajo
- MB = Muy Bajo
- Alc = Alcalino
- Ac = Acido

Tabla 20. Principales fuentes de fertilización.

FUENTES Y NOMBRES COMUNES	CONCENTRACION %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fertilizantes nitrogenados			
-Nitrato de Amonio	33.5	-	-
-Urea	45.0	-	-
-Sulfato de amonio	21.0	-	-
-Fosfato Di - Amónico	18.0	46.0	-
Fertilizantes Fosfatados			
-Superfosfato simple	-	20.0	-
-Superfosfato triple	-	46.0	-
-Fosfato Di – Amónico	18.0	46.0	-
-Roca Fosfatada	-	46.0	-
Fertilizantes Potásicos			
-Cloruro de Potasio	-	-	60.0
-Sulfato de Potasio	-	-	50.0
-Guano de Isla (abono orgánico)	9.0	11.0	2.0

4.2.1.12. Para el Uso de Manejo

La cantidad de fertilizantes a utilizarse se calcula sobre la base de la disponibilidad de los elementos químicos en el suelo y requerimientos de la planta para empezar con un programa de manejo de suelo con el abonamiento o fertilización, debemos tener a mano el análisis físico – químico básico de nuestros suelos. La textura, el contenido de materia orgánica, de fosforo y potasio principalmente, estas informaciones son muy importantes para nuestros cálculos de abonamiento y/o fertilización.

El clima afecta el crecimiento de la planta, en alguna medida esta puede ser controlada con la aplicación oportuna de nutrientes mediante los fertilizantes. La postura en sí, es una entidad biológica en constante cambio, la competencia por la luz, nutrientes, el espacio y el agua son constantes, porque con la fertilización podemos intervenir en dirigir los cambios o mantener la población de especies cultivables y no cultivables, según Cari et al., (2014).

V. CONCLUSIONES

1. Se ha caracterizado los seis potreros de producción agrícola elegidos para el estudio, en el centro de investigación y producción Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano, en el periodo 2015-2016; los parámetros determinados fueron los siguientes: Porcentajes de Arena, Arcilla y Limo; la clase textural, porcentaje de Materia Orgánica, Porcentaje de Nitrógeno total, pH, Conductividad Eléctrica, Disponibilidad de Fosforo y Potasio en partes por millón, Cationes Intercambiables, CIC y Porcentaje de Saturación de Base.
2. A partir de los resultados obtenidos en laboratorio, Se ha propuesto, un plan de manejo que ayudara a mejorar los suelos empobrecidos en todos los potreros según los resultados; este plan de manejo está orientado a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del CIP-Camacani, con la rotación de cultivos y la aplicación de abonos orgánicos como el estiércol, humus de lombriz, compost entre otros, esta debe complementarse con la fertilización Química, todo ello a mediano y largo plazo aprovechando las campañas agrícolas.
3. En el sector de **Camacani**, el Potrero **01 (Pie de Post Grado)** ha arrojado los siguientes resultados: Arena: 50.92%, Arcilla: 34.04%, Limo: 15.04%, Clase Textural: Franco Arcillo Arenoso, M.O: 1.30%, N. Total: 0.26%, pH: 5.30, C.E: 0.12, Fosforo: 7.16 ppm, Potasio: 185 ppm, CIC: 15.60 y B.S: 63.46%.
4. En el Sector **Camata**, el **Potrero 06** a arrojado los siguientes resultados: Arena: 58.52%, Arcilla: 11.96%, Limo: 29.52%, Clase Textural: Franco Arenoso, M.O: 0.88%, N. Total: 0.18%, pH: 5.70, C.E: 0.11, Fosforo: 9.02 ppm, Potasio: 137 ppm, CIC: 15.80 y B.S: 61.14%.
5. En referencia a los minerales, pH, CIC, C.E., SB%, que contiene los suelos de los potreros del CIP Camacani, todas las muestras obtenidos presentan valores similares estadísticamente o comparando, con la diferencia de mayor o menor vibración.

6. En los seis potreros estudiados, se observa deficiencia en mayor o menor grado de macro y micro nutrientes y en general de los diferentes parámetros evaluados en laboratorio por lo que no cubren las exigencias de los diferentes cultivos, teniendo que aplicarse el plan de manejo elaborado.

VI. RECOMENDACIONES

1. Implementar de forma objetiva la propuesta de plan de manejo como diagnóstico elemental con la finalidad de mejorar las deficiencias encontradas en los suelos de los seis potreros estudiados y obtener mejores resultados en el rendimiento y producción de los cultivos en las próximas campañas agrícolas.
2. Se recomienda la continuación de investigaciones respecto a la rotación efectiva de los cultivos, puesto que ha sido suficiente demostrar que la fertilidad de suelo puede variar en déficit por efecto de la intensificación de las campañas agrícolas y en un futuro próximo estos suelos pueden convertirse en suelos ácidos, compactos siendo así difíciles de revertirse y costosos a la vez.
3. Será necesario hacer trabajos de responsabilidad social (visitas, capacitaciones, talleres, charlas, intercambio de experiencias) con los productores y científicos para el mejor manejo de los suelos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, R. Y H. STEINBACH, (2010). *Ciclado de nitrógeno en agro ecosistemas. en fertilidad de suelo, caracterización y manejo en la pampeana*. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 231-264.
- ARCA, M. (1970). *Manual de manejo de suelos*. Universidad Agraria La Molina Perú.
- AZCARATE, P. Y N. KLOSTER, (2008). *Reacción del suelo*. En Manual de fertilidad y evaluación de suelos. EEA INTA Angull. pp. 17-22
- BERMUDEZ, H. (2011). *Química del suelo*. Universidad del Estado de Nueva México. Editorial Limusa, S.A. México. pp. 16-32.
- BREHMAN, N. (2010). *Manual integral de prácticas conservacionistas*. Santiago de Chile: Proyecto regional CP/RLA/ 107/JPN "Apoyo para una agricultura sostenible mediante la conservación y rehabilitación de tierras en América Latina", FAO Oficina Regional. Santiago de Chile.
- BUCKMAN (1970). *Misión de los Andes*. Nutrición de las Plantas y Abonos-Fertilizantes en el Perú - Bolivia.
- CALLA, J. (2012). *Guía técnica "Análisis de Suelos y Fertilización"*. Oficina Académica de extensión Universitaria. Universidad agraria la molina UNALM-Lima, Perú. Pág. 20-30.
- CARI, A. (1993). *Efectos de la salinidad y fertilidad potásica en dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNTA – Puno, Perú. pp. 16-21.
- CARI, A. et al., (2014). *Manual de manejo de suelos, agua y planta*. Universidad Nacional del Altiplano- Perú.

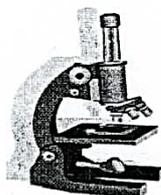
- CORTEZ, J. (1991). *Fertilidad y fertilización*. Doc. Trabajo sin publicar. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú. Pág. 45- 100.
- DALE, B. (1984). *Pérdida de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del río Texcoco*, Chapingo, México.
- FAO. (2009). *Erosión de suelos en América Latina*. Santiago, Chile.
- HERRERA, A. (2010). *SUELOS: con énfasis del Altiplano*. Facultad de Ciencias Agraria. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. pp 73-203
- HERRERA *et al.*, (2012). *Química, Elementos, familias y funciones orgánicas*. Editorial Norma Perú.
- HUDSON, N. (1997). *Mediación sobre el terreno de la erosión del suelo del suelo y de la escorrentía*. Boletín de suelos de la FAO.
- IFOSTAT, V. (2014). *Programa estadístico (análisis de la variabilidad sin replica)*.
- ISRIC, & UNEP. (1990). *Valorización global de la degradación del suelo*. Centro Internacional de Referencia e Información en Suelo, Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas.
- JARAMILLO, D. y JULIEN, M. (2001). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Escuela de Geo ciencias Medellín, Bogotá, Colombia. pp. 31-115.
- LOPEZ, R. Y LAL, (2010). *La fertilidad, sus características y la utilización de fertilizantes*. En FERTILIDAD DE SUELO, caracterización y manejo en la pampeana. Facultad de agronomía Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 1-7.
- MÁLAGA (1983). *Régimen Equilibrio para Suelos Productivos*. El mal oculto, en Ceres 126 pp10-13.

- MELLER *et al.*, 1979. *Química Inorgánica moderna*, Editorial el ateneo Buenos Aires.
- MORGAN, J. (1997). *Erosión y conservación de suelos*. Madrid, España.
- ONU (2013). *Abonos orgánicos tecnológicos para el Manejo Ecológico de Suelos*. Lima Perú.
- ORTIZ, V. (2012). *Caracterización físico-químico de algunos suelos del bloque andino oriental de Biología y mineralogía de sus arcillas*. En memorias del primer congreso boliviano de la ciencia del suelo (28-31 de julio). Paz, Bolivia.
- QUIROGA, A. y ROMANO, N. (2008). *El sistema suelo y características del intercambio catiónico*. En Manual de Fertilidad y evaluación de suelos. EEA INTA Angull. pp. 9-34.
- RÍOS, G. y R. ÁLVAREZ. (1987). *Fosforo: dinámica y evaluación en agro ecosistemas. En fertilidad de suelo, caracterización y manejo en la pampeana*. Facultad de agronomía Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 311-320.
- STORIE *et al.*, (2010) *Manejo y Conservación de Suelos Agrícolas en América Latina* México.
- SUAREZ, P. (2001). *Evaluación de la fertilidad del suelo*. En Manejo ecológico del suelo. CLADES. Lima, Perú. pp. 92-125.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

Tabla 21. Análisis de Caracterización de Suelos del Centro de Investigación y Producción Camacani – Camata



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : JOSÉ ROBERTO QUISPE PACCO
 PROCEDENCIA : CIP-CAMACANI-Camata
 FECHA RECEPCION : 06-06-2016
 FECHA ANALISIS : 08-06-2016
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁺ %	M.O.%	N TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-01 CODIGO 0.61	50.92	34.04	15.04	Franco arcillo-arenoso	0.00	1.30	0.26
02	M-02 CODIGO 0.69	48.44	32.68	18.88	Franco arcillo-arenoso	0.00	1.40	0.19
03	M-03 CODIGO 316	64.60	18.44	16.96	Franco arenoso	0.00	0.99	0.17
04	M-04 CODIGO 2.54	57.32	18.36	24.32	Franco arenoso	0.00	1.10	0.14
05	M-05 CODIGO 7.36	58.56	12.28	29.16	Franco arenoso	0.00	0.74	0.15
06	M-06 CODIGO 10.97	58.52	11.96	29.52	Franco arenoso	0.00	0.88	0.18

# ORD	pH	C.E mS/cm	C:E(e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	S B %
				P ppm	K Ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	5.30	0.12	0.6	7.16	185	8.27	1.32	0.16	0.15	0.30	15.60	63.46
02	5.80	0.11	0.55	8.39	258	7.89	1.88	0.17	0.16	0.00	13.80	73.19
03	4.80	0.12	0.6	5.96	137	7.71	1.26	0.15	0.13	0.70	11.80	78.39
04	5.51	0.12	0.6	9.65	209	7.82	1.58	0.16	0.15	0.60	12.40	78.31
05	5.60	0.11	0.55	6.55	113	7.52	1.88	0.16	0.16	0.00	16.40	59.27
06	5.70	0.11	0.56	9.02	137	7.59	1.77	0.16	0.14	0.00	15.80	61.14

ArA = Arcillo Arenoso
 AF = Arena Franca
 FAra = Franco Arcillo Arenoso
 CIC = Capacidad de intercambio catiónico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio combinable
 A = Arena
 Ca²⁺ = Calcio combinable
 Na⁺ = Sodio combinable
 CO₃ = Carbonatos
 me = Miliequivalente

FA = Franco arenoso
 M.O = Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiable
 mS/cm = milisemens por centímetro
 C.E (e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiable

Fuente: Laboratorio de Suelos EPIA.

PLANO DE UBICACIÓN DE POTREROS - CIP CAMACANI

Figura 16. Mapa de Ubicación de potreros en Camacani y Camata.

MAPAS DE UBICACIÓN DE LOS POTREROS ESTUDIADOS



Figura 17. Potrero 01(COD: 0.61) “Potrero Pie de Post Grado” en Camacani



Figura 18. Potrero 02 (COD: 0.69) “Potrero Eucalipto esquina” en Camacani

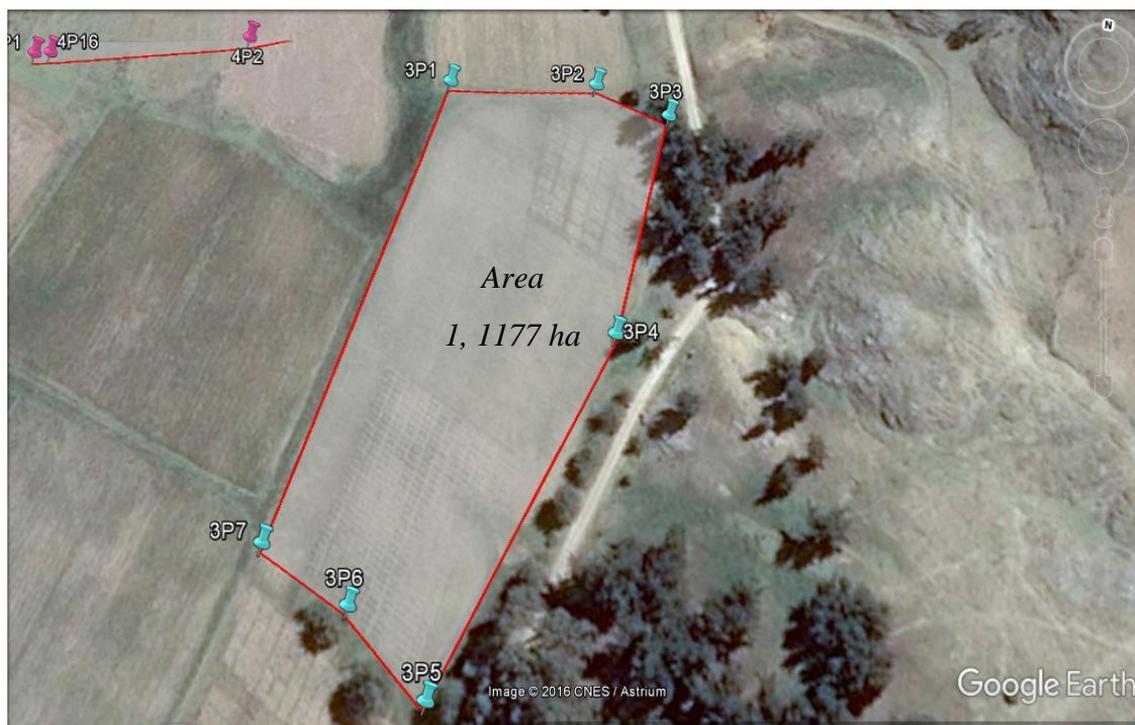


Figura 19. Potrero 03(COD: 3.16) “Potrero Chimahuicucho” en Camacani



Figura 20. Potrero 04 (COD: 2.54) “Potrero Murumaya” en Camacani



Figura 21. Potrero 05(COD:7.36), en Camata



Figura 22. Potrero 07 (COD: 10.97), en Camata

ESCALAS DE INTERPRETACIÓN

Tabla 22. Escalas de interpretación del análisis de fertilidad de suelos según niveles

Nivel	Nitrógeno (%)	Fosforo (ppm)	Potasio (ppm)	Materia Orgánica (%)	Carbonatos de calcio (%)
Bajo	0.10	7	100	2	1
Medio	0.10-0.20	7 – 14	100-240	2 - 4	1 – 5
Alto	0.20	14	240	4	5 – 15

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria. Citado por Legales, (2009).

Tabla 23. Escalas de Interpretación de reacción del suelo (pH)

N°	Rango	Clase
1	Menores de 3.5	Ultra ácido
2	3.5 – 4.4	Extremadamente ácido
3	4.5 – 5.0	Muy fuertemente ácido
4	5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5	5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
6	6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
7	6.6 – 7.3	Neutro
8	7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
9	7.9 – 8.4	Moderadamente alcalino
10	8.5 – 9.0	Fuertemente alcalino
11	Más de 9.0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria. Citado por Legales, (2009).

Tabla 24. Clase Textural por grupos.

Grupo	Clase textural	Símbolo
Gruesa	Arena	A _o
	Arena franca	A _o F
Moderadamente gruesa	Franco arenoso	F A _o
Mediana	Franco	F
	Franco limoso	F L
	Limo	L
Moderadamente fina	Franco arcilloso	F A _r
	Franco arcillo limoso	F A _r L
	Franco arcillo arenoso	F A _r A
Fina	Arcillo arenoso	A _r A _o
	Arcillo limoso	A _r L
	Arcilloso	A _r

Fuente: laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria. Citado por Legales, (2009).

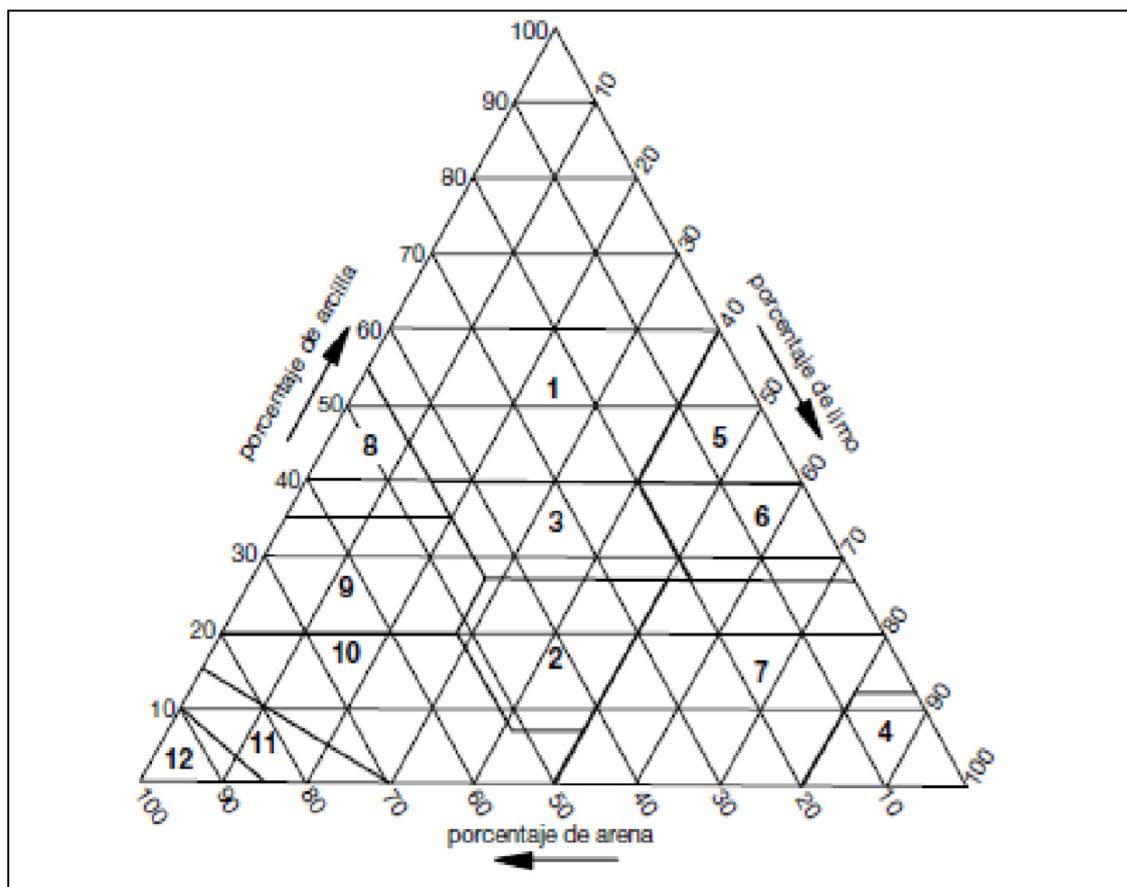


Figura 23. Triángulo de Textura

Tabla 25. Clase Niveles de Conductividad Eléctrica.

N°	Niveles de conductividad eléctrica	Rango (mmhos/cm a 25° C
1	No salino	0 – 4
2	Ligeramente salino	4 – 8
3	Salino	8 – 16
4	Salino sódico	8 – 16, PSI 15
5	Muy salino sódico	- 16, PSI 15
6	Muy salino	-16

Fuente: Cari, (1991). Citado por Canahua, (2001).

DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS DE FERTILIZACIÓN

a) POTRERO DE CODIGO M-01 (Pie de Post Grado)

El suelo rojo, los siguientes resultados de análisis de fertilidad del suelo:

-**Textura** con: 34.04% de arcilla, 15.04% de limo y 50.92% de arena

-**Clase textural:** Franco Arcillo Arenoso.

-**Reacción pH:** 5.30

-**% de Materia orgánica:** 1.30

-**% de N. total:** 0.26

-**P, disponible:** 7.16 Ppm

-**K disponible:** 185 Ppm

El estiércol de ovino arroja los siguientes resultados:

-**% de humedad:** 60

-**% de nitrógeno total:** 0.40

-**% P₂O₅:** 0.20

-**% K₂O:** 0.40

- **Reacción pH: 5.8**, Herrera (2012).

CALCULO DE FERTILIZANTE PARA CULTIVO DE PAPA

FORMULACION: *Según Calla, (2012).*

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
80	60	40

1.- Calculo del peso de capa arable

$$\text{PESO DE CAPA ARABLE (P.C.A)} = A \times P \times D_a$$

Dónde:

A: Área (1Ha)

P: Profundidad

Da: Densidad Aparente.

Resolución:

$$P.C.A = (100m \times 100m) \times (0.20m) \times (1.25g/cc)$$

$$P.C.A = (10000m^2) \times (0.20m) \times (1.25 g/cc)$$

$$P.C.A = 2500 m^3$$

$$P.C.A = 2500 Tn \text{ de Suelo/ha}$$

$$P.C.A = 2500,000 Kg \text{ de Suelo/ha}$$

2.- Calcular la Cantidad de Fertilizantes con las siguientes características:

- Urea (46%N)
- Súper Fosfato Triple de Calcio S.T.C(45% de P_2O_5)
- Cloruro de Potasio (60% K)

2.1. Calculo para Nitrógeno:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización 1.5%

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

$$0,26 Kg N \text{ _____ } 100KgSuelo$$

$$X Kg N \text{ _____ } 1ha (2500,000KgSuelo)$$

$$X = 6500 KgN/Ha$$

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$6500 \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} 100\%$$

$$X \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} 1.5\%(T.M)$$

$$X = 97.5 \text{ KgN/Hectarea}$$

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$97.5 \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} 100\%$$

$$X \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} 40\%$$

$$X = 39.00 \text{ KgN.Aprovechable/Hectarea}$$

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 80 \text{ Kg N/ha} - 39.00 \text{ KgN/ha}$$

$$X = 41.00 \text{ KgN/ha}$$

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

$$46 \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} 100\text{KgUrea}$$

$$41.00 \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} X$$

$$X = 89.13 \text{ KgUrea/Ha}$$

Numero de Bolsas de Urea Total:

$$X = 176.09 \text{ KgUrea/50Kl}$$

$$X = 2 \text{ Bolsas de urea por hectarea}$$

2.2. Cálculo para Fosforo:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

2.2.2. Calculo de P₂O₅Suelo/ha

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

$$X = 7.16 \text{ Ppm} \times 2.29$$

$$X = 16.39 \text{ Ppm de P}_{2}\text{O}_{5}$$

2.2.2. Calculo de P₂O₅ Suelo/ha

$$16.39 \text{ P}_{2}\text{O}_{5} \text{ Kg} \frac{\text{-----}}{1000000 \text{ Kg Suelo}}$$

$$X \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} \frac{\text{-----}}{1 \text{ ha} (2500,000 \text{ Kg Suelo})}$$

$$X = 40.97 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} / \text{Hectarea}$$

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

$$40.97 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} \frac{\text{-----}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} \frac{\text{-----}}{40\%}$$

$$X = 16.39 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} \text{ Aprovechable/Hectarea}$$

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

$$X = 60 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} / \text{ha} - 16.39 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} / \text{ha}$$

$$X = 43.61 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} / \text{ha}$$

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

$$45\% \text{ P}_{2}\text{O}_{5} \frac{\text{-----}}{100 \text{ Kg S.T.C}}$$

$$43.61 \text{ Kg P}_{2}\text{O}_{5} \frac{\text{-----}}{X}$$

$$X = 96.91 \text{ Kg S.T.C/Ha}$$

Numero de Bolsas de S.T.C Total:

$$X = 96.91 \text{ Kg S.T.C} / 50 \text{ Kl}$$

$$X = 2 \text{ Bolsas de S.T.C}$$

2.3. Calculo para Potasio:2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:**2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2**

$$X = 185 \text{ ppm} \times 1.2$$

$$X = 222 \text{ ppm de } K_2O$$

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

$$222 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1ha(2500,000KgSuelo)$$

$$X = 555 \text{ Kg } K_2O / \text{Hectarea}$$

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

$$555 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 100\%$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 40\%$$

$$X = 222 \text{ Kg } K_2O. \text{ Aprovechable} / \text{Hectarea}$$

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

$$X = 40 \text{ Kg } K_2O / ha - 222 \text{ Kg } K_2O / ha$$

$$X = -182 \text{ Kg } P_2O_5 / ha$$

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

En vista de que en el suelo existe mayor cantidad de potasio aprovechable, ya no es necesaria la fertilización Potásica.

CALCULO DE ESTIERCOL PARA CULTIVO DE PAPA

Resultados del análisis:

-% de N. total: 0.26

-P, disponible: 7.16 Ppm.

-K disponible: 185 Ppm.

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
80	60	40

1. Calculo para Nitrógeno:

1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

$$X = 6500 \text{ KgN/Ha}$$

1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$X = 97.5 \text{ KgN/Hectarea}$$

1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$X = 39.00 \text{ KgN.Aprovechable/Hectarea}$$

1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 41.00 \text{ KgN/ha}$$

1.5. Calculo para el Estiércol

$$0,40\text{Kg N} \frac{\text{_____}}{100\text{K Estiercol}}$$

$$41.00 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{X}$$

$$X = 10250 \text{ Kg de Estiercol/Ha}$$

Por ser el estiércol un abono compuesto al sacar el cálculo para el nitrógeno, automáticamente se sacó también para el fosforo y el potasio.

CALCULO DE FERTILIZANTE PARA CULTIVO DE QUINUA

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
50	40	00

1.- Calculo del peso de capa arable

$$PESO DE CAPA ARABLE (P.C.A) = A \times P \times Da$$

Dónde:

A: Área (1Ha)

P: Profundidad

Da: Densidad Aparente.

Resolución:

$$P.C.A = (100m \times 100m) \times (0.15m) \times (1.25 g/cc)$$

$$P.C.A = (10000m^2) \times (0.15m) \times (1.25 g/cc)$$

$$P.C.A = 1875 m^3$$

$$P.C.A = 1875 Tn de Suelo/ha$$

$$P.C.A = 1875,000 Kg de Suelo/ha$$

2.- Calcular la Cantidad de Fertilizantes con las siguientes características:

- Nitrato de Amonio (33.5%N)
- Súper Fosfato simple de Calcio S.S.C(20% de P₂O₅)
- Cloruro de Potasio (60% K)

2.1. Calculo para Nitrógeno:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización 1.5%

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

$$0,26 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{ Kg Suelo}}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1 \text{ ha (1875,000 Kg Suelo)}}$$

$$X = 4875 \text{ KgN/Ha}$$

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$4875 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1.5\% (T.M)}$$

$$X = 73.12 \text{ KgN/Hectarea}$$

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$73.12 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{40\% (N. Aprovechable)}$$

$$X = 29.25 \text{ KgN. Aprovechable/Hectarea}$$

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 50 \text{ Kg N/ha} - 29.25 \text{ KgN/ha}$$

$$X = 20.75 \text{ KgN/ha}$$

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

$$33.5 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{ Kg Nitrato Amonio}}$$

$$20.75 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{X}$$

$$X = 61.94 \text{ Kg Nitrato Amonio/Ha}$$

Numero de Bolsas de N.A Total:

$$X = 61.94 \text{ KgN.A/50Kl}$$

$$X = 1 \text{ Bolsas de Nitrato de Amonio}$$

2.2. Cálculo para Fosforo:2.2.1. Calculo para convertir $P = P_2O_5$, aplicar Coeficiente 2,292.2.2. Calculo de P_2O_5 Suelo/ha2.2.3. Calculo de P_2O_5 Aprovechable 40%

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:**2.2.1. Calculo para convertir $P = P_2O_5$, aplicar Coeficiente 2,29**

$$X = 7.16 \text{ Ppm} \times 2.29$$

$$X = 16.39 \text{ Ppm de } P_2O_5$$

2.2.2. Calculo de S.S.C Suelo/ha

$$16.39 \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{1000000} \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{1ha(1875,000KgSuelo)}$$

$$X = 36.36 \text{ KgS.S.C/Hectarea}$$

2.2.3. Calculo de S.S.C Aprovechable 40%

$$36.36 \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{40\%}$$

$$X = 14.54 \text{ KgS.S.C.Aprovechable/Hectarea}$$

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

$$X = 40 \text{ Kg S.S.C/ha} - 14.54 \text{ Kg S.S.C/ha}$$

$$X = 25.46 \text{ Kg S.S.C/ha}$$

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

$$20 \text{ Kg} \frac{\text{_____}}{100Kg}$$

$$25.46 \text{ Kg} \frac{\text{_____}}{X}$$

$$X = 127.3 \text{ Kg S.S.C/Ha}$$

Numero de Bolsas de S.S.C Total:

$$X = 127.3 \text{ Kg S.S.C/50Kl}$$

$$X = 2.5 \text{ Bolsas de S.S.C}$$

2.3. Calculo para Potasio:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

2.3.2. Calculo de CLK Suelo/ha

2.3.3. Calculo de CLK Aprovechable 40%

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:**2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2**

$$X = 185 \text{ Ppm} \times 1.2$$

$$X = 222 \text{ Ppm de } K_2O$$

2.3.2. Calculo de CLK Suelo/ha

$$222 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1ha(1875,000KgSuelo)$$

$$X = 416.25 \text{ Kg CLK/Hectarea}$$

2.3.3. Calculo de CLK Aprovechable 40%

$$416.25 \text{ Kg} \text{ _____ } 100\%$$

$$X \text{ Kg} \text{ _____ } 40\%$$

$$X = 166.5 \text{ Kg CLK.Aprovechable/Hectarea}$$

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

$$X = 00 \text{ Kg } K_2O/ha - 166.5 \text{ Kg } K_2O/ha$$

$$X = -166.5 \text{ KgCLK/ha}$$

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

En vista de que en el suelo existe mayor cantidad de potasio aprovechable, ya no es necesaria la fertilización Potásica.

b) POTRERO DE CODIGO M-03 (Chimahuicucho)

El suelo arroja los siguientes resultados de análisis de fertilidad del suelo:

-**Textura** con: 18.44% de arcilla, 16.96% de limo y 64.60% de arena

-**Clase textural:** Franco Arenoso.

-**Reacción pH:** 4.80

-**% de Materia orgánica:** 0.99

-**% de N. total:** 0.17

-**P, disponible:** 5.96 Ppm

-**K disponible:** 137 Ppm

El estiércol de ovino arroja los siguientes resultados:

-**% de humedad:** 60

-**% de nitrógeno total:** 0.40

-**% P₂O₅:** 0.20

-**% K₂O:** 0.40

- **Reacción pH:** 5.8, Herrera (2012).

CALCULO DE FERTILIZANTE PARA CULTIVO DE PAPA

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
80	60	40

1.- Calculo del peso de capa arable

$$\text{PESO DE CAPA ARABLE (P.C.A)} = A \times P \times D_a$$

Dónde:

A: Área (1Ha)

P: Profundidad

Da: Densidad Aparente.

Resolución:

$$P.C.A = (100m \times 100m) \times (0.20m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = (10000m^2) \times (0.20m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = 2800m^3$$

$$P.C.A = 2800 \text{ Tn de Suelo/ha}$$

$$\mathbf{P.C.A = 2800,000 Kg de Suelo/ha}$$

2.- Calcular la Cantidad de Fertilizantes con las siguientes características:

- Urea (46%N)
- Súper Fosfato Triple de Calcio S.T.C(45% de P₂O₅)
- Cloruro de Potasio (60% K)

2.1. Calculo para Nitrógeno:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización 1.5%

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

2.1.6. Calculo Para el Área del Terreno

Resolución:**2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea**

$$0,17 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{Kg Suelo}}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1 \text{ha (2800,000Kg Suelo)}}$$

$$X = 4760 \text{ KgN/Ha}$$

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$4760 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1.5\% (T.M)}$$

$$X = 71.4 \text{ KgN/Hectarea}$$

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$71.4 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{40\%}$$

$$X = 28.56 \text{ KgN.Aprovechable/Hectarea}$$

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 80 \text{ Kg N/ha} - 28.56 \text{ KgN/ha}$$

$$X = 51.44 \text{ KgN/ha}$$

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

$$46 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{Kg Urea}}$$

$$51.44 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{X}$$

$$X = 111.83 \text{ KgUrea/Ha}$$

Numero de Bolsas de Urea Total:

$$X = 111.83 \text{ KgUrea/50Kl}$$

$$X = 2 \text{ Bolsas de urea}$$

2.2. Cálculo para Fosforo:

- 2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29
- 2.2.2. Calculo de P₂O₅ Suelo/ha
- 2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%
- 2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)
- 2.2.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

$$X = 5.96 \text{ ppm} \times 2.29$$

$$X = 13.64 \text{ ppm de } P_2O_5$$

2.2.2. Calculo de P₂O₅ Suelo/ha

$$13.64 \text{ Kg } P_2O_5 \text{ _____ } 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } P_2O_5 \text{ _____ } 1ha(2800,000KgSuelo)$$

$$X = 38.19 \text{ Kg } P_2O_5 / \text{Hectarea}$$

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

$$38.19 \text{ Kg } P_2O_5 \text{ _____ } 100\%$$

$$X \text{ Kg } P_2O_5 \text{ _____ } 40\%$$

$$X = 15.27 \text{ Kg } P_2O_5 \text{ Aprovechable} / \text{Hectarea}$$

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

$$X = 80 \text{ Kg } P_2O_5 / ha - 15.27 \text{ Kg } P_2O_5 / ha$$

$$X = 64.73 \text{ Kg } P_2O_5 / ha$$

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

$$45\% P_2O_5 \text{ _____ } 100KgS.T.C$$

$$64.73 \text{ Kg } P_2O_5 \text{ _____ } X$$

$$X = 143.84 \text{ Kg } S.T.C / Ha$$

Numero de Bolsas de S.T.C Total:

$$X = 143.84 \text{ Kg S.T.C} / 50 \text{ Kl}$$

$$X = 2.5 \text{ Bolsas de S.T.C}$$

2.3. Calculo para Potasio:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

2.3.6. Calculo Para el Área del Terreno

Resolución:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

$$X = 137 \text{ Ppm} \times 1.2$$

$$X = 164.4 \text{ Ppm de } K_2O$$

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

$$164.4 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1 \text{ ha} (2800,000 \text{ Kg Suelo})$$

$$X = 460.32 \text{ Kg } K_2O / \text{Hectarea}$$

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

$$460.32 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 100\%$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 40\%$$

$$X = 184.13 \text{ Kg } K_2O. \text{ Aprovechable} / \text{Hectarea}$$

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

$$X = 40 \text{ Kg } K_2O / \text{ha} - 184.14 \text{ Kg } K_2O / \text{ha}$$

$$X = -144.14 \text{ Kg } P_2O_5 / \text{ha}$$

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

En vista de que en el suelo existe mayor cantidad de potasio aprovechable, ya no es necesaria la fertilización Potásica.

CALCULO DE ESTIERCOL PARA CULTIVO DE PAPA

Resultados del análisis:

-% de N. total: 0.17

-P, disponible: 5.96 Ppm.

-K disponible: 137 Ppm.

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
80	60	40

1. Calculo para Nitrógeno:

1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

$$X = 4760 \text{ KgN/Ha}$$

1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$X = 71.4 \text{ KgN/Hectarea}$$

1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$X = 28.56 \text{ KgN. Aprovechable/Hectarea}$$

1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 51.44 \text{ KgN/ha}$$

1.5. Calculo para el Estiércol

$$0,40\text{Kg N} \underline{\hspace{2cm}} 100\text{K Estiercol}$$

$$51.44 \text{ Kg N} \underline{\hspace{2cm}} X$$

$$X = 12860 \text{ Kg de Estiercol/Ha}$$

Por ser el estiércol un abono compuesto al sacar el cálculo para el nitrógeno, automáticamente se sacó también para el fosforo y el potasio.

CALCULO DE FERTILIZANTE PARA CULTIVO DE QUINUA

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
50	40	00

1.- Calculo del peso de capa arable

$$\text{PESO DE CAPA ARABLE (P.C.A)} = A \times P \times Da$$

Dónde:

A: Área (1Ha)

P: Profundidad

Da: Densidad Aparente.

Resolución:

$$P.C.A = (100m \times 100m) \times (0.15m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = (10000m^2) \times (0.15m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = 2100m^3$$

$$P.C.A = 2100 \text{ Tn de Suelo/ha}$$

$$P.C.A = 2100,000 \text{ Kg de Suelo/ha}$$

2.- Calcular la Cantidad de Fertilizantes con las siguientes características:

- Nitrato de Amonio (33.5%N)
- Súper Fosfato simple de Calcio S.S.C(20% de P_2O_5)
- Cloruro de Potasio (60% K)

2.1. Calculo para Nitrógeno:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización 1.5%

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

$$\begin{aligned} 0,17 \text{ Kg N} & \text{_____} 100\text{KgSuelo} \\ X \text{ Kg N} & \text{_____} 1\text{ha (2100,000KgSuelo)} \end{aligned}$$

$$X = 3570 \text{ KgN/Ha}$$

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$\begin{aligned} 3570 \text{ Kg N} & \text{_____} 100\% \\ X \text{ Kg N} & \text{_____} 1.5\%(T.M) \end{aligned}$$

$$X = 53.55 \text{ KgN/Hectarea}$$

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$\begin{aligned} 53.55 \text{ Kg N} & \text{_____} 100\% \\ X \text{ Kg N} & \text{_____} 40\%(N. Aprovechable) \end{aligned}$$

$$X = 21.42 \text{ KgN.Aprovechable/Hectarea}$$

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 50 \text{ Kg N/ha} - 21.42 \text{ KgN/ha}$$

$$X = 28.58 \text{ KgN/ha}$$

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

$$\begin{aligned} 33.5 \text{ Kg N} & \text{_____} 100\text{KgNitrato Amonio} \\ 28.58 \text{ Kg N} & \text{_____} X \end{aligned}$$

$$X = 85.31 \text{ Kg Nitrato Amonio/Ha}$$

Numero de Bolsas de N.A Total:

$$X = 85.31 \text{ Kg N.A/50Kl}$$

$$X = 1.5 \text{ Bolsas de Nitrato de Amonio}$$

2.2. Cálculo para Fosforo:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

2.2.2. Calculo de P₂O₅ Suelo/ha

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

$$X = 5.96 \text{ Ppm} \times 2.29$$

$$X = 13.65 \text{ Ppm de P}_2\text{O}_5$$

2.2.2. Calculo de S.S.C Suelo/ha

$$3.65 \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{1000000} \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{1\text{ha}(2100,000\text{KgSuelo})}$$

$$X = 28.66 \text{ Kg S.S.C/Hectarea}$$

2.2.3. Calculo de S.S.C Aprovechable 40%

$$28.66 \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{40\%}$$

$$X = 11.46 \text{ Kg S.S.C. Aprovechable/Hectarea}$$

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

$$X = 40 \text{ Kg S.S.C/ha} - 11.46 \text{ Kg S.S.C/ha}$$

$$X = 28.54 \text{ Kg S.S.C/ha}$$

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

$$20 \text{ Kg} \frac{\quad}{\quad} 100 \text{ Kg}$$

$$28.54 \text{ Kg} \frac{\quad}{\quad} X$$

$$X = 142.7 \text{ Kg S.S.C/Ha}$$

Numero de Bolsas de Urea Total:

$$X = 142.7 \text{ Kg S.S.C/50Kl}$$

$$X = 3 \text{ Bolsas de S.S.C}$$

2.3. Calculo para Potasio:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

2.3.2. Calculo de CLK Suelo/ha

2.3.3. Calculo de CLK Aprovechable 40%

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:**2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2**

$$X = 137 \text{ ppm} \times 1.2$$

$$X = 164.4 \text{ ppm de } K_2O$$

2.3.2. Calculo de CLK Suelo/ha

$$164.4 \text{ Kg } K_2O \frac{\quad}{\quad} 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } K_2O \frac{\quad}{\quad} 1 \text{ ha} (2100,000 \text{ Kg Suelo})$$

$$X = 345.24 \text{ Kg CLK/Hectarea}$$

2.3.3. Calculo de CLK Aprovechable 40%

$$345.24 \text{ Kg} \frac{\quad}{\quad} 100\%$$

$$X \text{ Kg} \frac{\quad}{\quad} 40\%$$

$$X = 138.10 \text{ Kg CLK. Aprovechable/Hectarea}$$

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

$$X = 00 \text{ Kg } K_2O/ha - 138.10 \text{ Kg } K_2O/ha$$

$$X = -138.10 \text{ KgClK/ha}$$

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

En vista de que en el suelo existe mayor cantidad de potasio aprovechable, ya no es necesario la fertilización Potásica.

c) POTRERO DE CODIGO M-05 (Camata)

El suelo arroja los siguientes resultados de análisis de fertilidad del suelo:

-**Textura** con: 12.28% de arcilla, 29.16% de limo y 58.56% de arena

-**Clase textural:** franco arenoso.

-**Reacción pH:** 5.6

-**% de Materia orgánica:** 0.74

-**% de N. total:** 0.15

-**P, disponible:** 6.55 Ppm

-**K disponible:** 113 Ppm

El estiércol de ovino arroja los siguientes resultados:

-**% de humedad:** 60

-**% de nitrógeno total:** 0.62

-**% P₂O₅:** 0.25

-**% K₂O:** 0.5

- **Reacción pH:** 5.8, Herrera (2012).

CALCULO DE FERTILIZANTE PARA CULTIVO DE PAPA**FORMULACION:**

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
80	60	40

1.- Calculo del peso de capa arable

$$\text{PESO DE CAPA ARABLE (P.C.A)} = A \times P \times D_a$$

Dónde:

A: Área (1Ha)

P: Profundidad

Da: Densidad Aparente.

Resolución:

$$P.C.A = (100m \times 100m) \times (0.20m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = (10000m^2) \times (0.20m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = 2800m^3$$

$$P.C.A = 2800 \text{ Tn de Suelo/ha}$$

$$P.C.A = 2800,000 \text{ Kg de Suelo/ha}$$

2.- Calcular la Cantidad de Fertilizantes con las siguientes características:

- Urea (46%N)
- Súper Fosfato Triple de Calcio S.T.C(45% de P₂O₅)
- Cloruro de Potasio (60% K)

2.1. Calculo para Nitrógeno:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización 1.5%

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:**2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea**

$$0,15 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{ Kg Suelo}}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1 \text{ ha (2800,000 Kg Suelo)}}$$

$$X = 4200 \text{ Kg N/Ha}$$

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$4200 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1.5\%}$$

$$X = 63 \text{ Kg N/Hectarea}$$

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$63 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{40\%}$$

$$X = 25.2 \text{ Kg N. Aprovechable/Hectarea}$$

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 80 \text{ Kg N/ha} - 25.2 \text{ Kg N/ha}$$

$$X = 54.8 \text{ Kg N/ha}$$

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

$$46 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{ Kg Urea}}$$

$$54.8 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{X}$$

$$X = 119.13 \text{ Kg Urea/Ha}$$

Numero de Bolsas de Urea Total:

$$X = 119.13 \text{ Kg Urea}/50 \text{ Kl}$$

$$X = 2 \text{ Bolsas de urea}$$

2.2. Cálculo para Fosforo:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

2.2.2. Calculo de P₂O₅ Suelo/ha

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

Resolución:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

$$X = 6.55 Ppm \times 2.29$$

$$X = 14.99 Ppm \text{ de } P_{2}O_{5}$$

2.2.2. Calculo de P₂O₅Suelo/ha

$$14.99 \text{ Kg } P_{2}O_{5} \text{ _____ } 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } P_{2}O_{5} \text{ _____ } 1ha(2800,000KgSuelo)$$

$$X = 41.97 \text{ Kg } P_{2}O_{5} / \text{Hectarea}$$

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

$$41.97 \text{ Kg } P_{2}O_{5} \text{ _____ } 100\%$$

$$X \text{ Kg } P_{2}O_{5} \text{ _____ } 40\%$$

$$X = 16.78 \text{ Kg } P_{2}O_{5} . \text{ Aprovechable} / \text{Hectarea}$$

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

$$X = 60 \text{ Kg } P_{2}O_{5} /ha - 16.78 \text{ Kg } P_{2}O_{5} /ha$$

$$X = 43.22 \text{ Kg } P_{2}O_{5} /ha$$

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

$$45\% P_{2}O_{5} \text{ _____ } 100KgS.T.C$$

$$43.22 \text{ Kg } P_{2}O_{5} \text{ _____ } X$$

$$X = 96.04 \text{ Kg } S.T.C / Ha$$

Numero de Bolsas de S.T.C Total:

$$X = 96.04 \text{ Kg S.T.C} / 50 \text{ Kl}$$

$$X = 2 \text{ Bolsas de S.T.C}$$

2.3. Calculo para Potasio:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

2.3.6. Calculo Para el Área del Terreno

Resolución:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

$$X = 113 \text{ Ppm} \times 1.2$$

$$X = 135.6 \text{ Ppm de } K_2O$$

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

$$135.6 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 1 \text{ ha} (2800,000 \text{ Kg Suelo})$$

$$X = 379.68 \text{ Kg } K_2O / \text{Hectarea}$$

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

$$379.68 \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 100\%$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{ _____ } 40\%$$

$$X = 151.87 \text{ Kg } K_2O. \text{ Aprovechable} / \text{Hectarea}$$

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

$$X = 40 \text{ Kg } K_2O / \text{ha} - 151.87 \text{ Kg } K_2O / \text{ha}$$

$$X = -111.87 \text{ Kg } P2O5 / \text{ha}$$

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

En vista de que en el suelo existe mayor cantidad de potasio aprovechable, ya no es necesaria la fertilización Potásica.

CALCULO DE ESTIERCOL PARA CULTIVO DE PAPA

Resultados del análisis:

-% de N. total: 0.15

-P, disponible: 6.55 Ppm

-K disponible: 113 Ppm

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
120	100	80

1. Calculo para Nitrógeno:

1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

$$X = 4200 \text{ KgN/Suelo}$$

1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$X = 63 \text{ KgN/Hectarea}$$

1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$X = 25.2 \text{ KgN. Aprovechable/Hectarea}$$

1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 54.8 \text{ KgN/ha}$$

1.5. Calculo para el Estiércol

$$0,6 \text{ Kg N} \text{_____} 100\text{K Estiercol}$$

$$54.8 \text{ Kg N} \text{_____} X$$

$$X = 9133 \text{ Kg de Estiercol/Ha}$$

Por ser el estiércol un abono compuesto al sacar el cálculo para el nitrógeno, automáticamente se sacó también para el fósforo y el potasio.

CALCULO DE FERTILIZANTE PARA CULTIVO DE QUINUA

FORMULACION:

NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
80	40	00

1.- Calculo del peso de capa arable

$$\text{PESO DE CAPA ARABLE (P.C.A)} = A \times P \times Da$$

Dónde:

A: Área (1Ha)

P: Profundidad

Da: Densidad Aparente.

Resolución:

$$P.C.A = (100m \times 100m) \times (0.15m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = (10000m^2) \times (0.15m) \times (1.40 \text{ g/cc})$$

$$P.C.A = 2100m^3$$

$$P.C.A = 2100 \text{ Tn de Suelo/ha}$$

$$P.C.A = 2100,000 \text{ Kg de Suelo/ha}$$

2.- Calcular la Cantidad de Fertilizantes con las siguientes características:

- Nitrato de Amonio (33.5%N)
- Súper Fosfato simple de Calcio S.S.C(20% de P_2O_5)
- Cloruro de Potasio (60% K)

2.1. Calculo para Nitrógeno:

2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización 1.5%

- 2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%
- 2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)
- 2.1.5. Calculo para el Fertilizante
- 2.1.6. Calculo Para el Área del Terreno

Resolución:**2.1.1. Calculo del nitrógeno suelo/hectárea**

$$0,15 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{ Kg Suelo}}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1 \text{ ha (2100,000 Kg Suelo)}}$$

$$X = 3150 \text{ Kg N/Ha}$$

2.1.2. Calculo de la tasa de Mineralización

$$3150 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{1.5\% (T.M)}$$

$$X = 47.25 \text{ Kg N/Hectarea}$$

2.1.3. Calculo de Nitrógeno Aprovechable 40%

$$47.25 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{40\% (N. Aprovechable)}$$

$$X = 18.9 \text{ Kg N. Aprovechable/Hectarea}$$

2.1.4. Resta (Formulación – Nitrógeno Aprovechable)

$$X = 50 \text{ Kg N/ha} - 18.9 \text{ Kg N/ha}$$

$$X = 31.1 \text{ Kg N/ha}$$

2.1.5. Calculo para el Fertilizante

$$33.5 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{100 \text{ Kg Nitrato Amonio}}$$

$$31.1 \text{ Kg N} \frac{\text{_____}}{X}$$

$$X = 92.83 \text{ Kg Nitrato Amonio/Ha}$$

Numero de Bolsas de Nitrato de Amonio Total:

$$X = 92.83 \text{ KgN. A/50Kl}$$

$$X = 1.5 \text{ Bolsas de Nitrato de Amonio}$$

2.2. Cálculo para Fosforo:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

2.2.2. Calculo de P₂O₅ Suelo/ha

2.2.3. Calculo de P₂O₅ Aprovechable 40%

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

2.2.6. Calculo Para el Área del Terreno

Resolución:

2.2.1. Calculo para convertir P = P₂O₅, aplicar Coeficiente 2,29

$$X = 6.55 \text{ Ppm} \times 2.29$$

$$X = 14.99 \text{ Ppm de P}_2\text{O}_5$$

2.2.2. Calculo de S.S.C Suelo/ha

$$14.99 \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{1000000} \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{1\text{ha}(2100,000\text{KgSuelo})}$$

$$X = 31.47 \text{ KgS.S.C/Hectarea}$$

2.2.3. Calculo de S.S.C Aprovechable 40%

$$31.47 \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{100\%}$$

$$X \text{ Kg S.S.C} \frac{\text{_____}}{40\%}$$

$$X = 12.58 \text{ KgS.S.C. Aprovechable/Hectarea}$$

2.2.4. Resta (Formulación – Fosforo Aprovechable)

$$X = 40 \text{ Kg S.S.C/ha} - 12.58 \text{ Kg S.S.C/ha}$$

$$X = 27.42 \text{ Kg S.S.C/ha}$$

2.2.5. Calculo para el Fertilizante

$$20 \text{ Kg} \text{-----} 100\text{Kg}$$

$$27.42 \text{ Kg} \text{-----} X$$

$$X = 137.1 \text{ Kg S.S.C/Ha}$$

Numero de Bolsas de S.S.C Total:

$$X = 137.1 \text{ Kg S.S.C/50Kl}$$

$$X = 2.5 \text{ Bolsas de S.S.C}$$

2.3. Calculo para Potasio:

2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

2.3.6. Calculo Para el Área del Terreno

Resolución:**2.3.1. Calculo para convertir $K = K_2O$, aplicar Coeficiente 1,2**

$$X = 113 \text{ Ppm} \times 1.2$$

$$X = 135.6 \text{ Ppm de } K_2O$$

2.3.2. Calculo de CIK Suelo/ha

$$135.6 \text{ Kg } K_2O \text{-----} 1000000 \text{ Kg Suelo}$$

$$X \text{ Kg } K_2O \text{-----} 1\text{ha}(2100,000\text{KgSuelo})$$

$$X = 284.76 \text{ Kg CIK/Hectarea}$$

2.3.3. Calculo de CIK Aprovechable 40%

$$284.76 \text{ Kg} \text{-----} 100\%$$

$$X \text{ Kg} \text{-----} 40\%$$

$$X = 113.90 \text{ Kg CLK. Aprovechable/Hectarea}$$

2.3.4. Resta (Formulación – Potasio Aprovechable)

$$X = 00 \text{ Kg } K_2O/ha - 151.87 \text{ Kg } K_2O/ha$$

$$X = -151.87 \text{ KgCLK/ha}$$

2.3.5. Calculo para el Fertilizante

En vista de que en el suelo existe mayor cantidad de potasio aprovechable, ya no es necesaria la fertilización Potásica.