

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**“CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL PECUARIO  
UTILIZANDO SIG Y TELEDETECCIÓN EN LA COMUNIDAD  
CAMPESENA DE YANARICO - CABANA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**EDITHA TURPO CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MENCIÓN: AMBIENTAL**

**PROMOCIÓN: 2017 - II**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



“CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL PECUARIO UTILIZANDO SIG Y  
TELEDETECCIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE YANARICO - CABANA”

**TESIS PRESENTADA POR:**

EDITHA TURPO CONDORI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

**MENCIÓN:**

GESTIÓN AMBIENTAL

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

: 

Ing. ERNESTO INGALUQUE INCACARI

**PRIMER MIEMBRO**

: 

Ing. JULIO MENDOZA MAICA

**SEGUNDO MIEMBRO**

: 

Dr. ERNESTO JAVIER CHURA YUPANQUI

**DIRECTOR / ASESOR**

: 

Dr. FLAVIO ORTIZ CALCINA

**Área : Ciencias agrícolas**

**Tema: Manejo de pastizales y cultivos forrajeros**

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 DE DICIEMBRE DEL 2018

## DEDICATORIA

**A Dios, por darme la vida y bendición, y otorgándome la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy y alcanzar mis metas trazadas.**

**A mis amados padres Santa Cruz Turpo Gomocio y Guillermina Condori Apaza, por haberme formado y crecer como persona e inculcado en mí el ímpetu para salir adelante y alcanzar mis metas, apoyándome incondicionalmente.**

**A mis hermanos Norma Juana y José Santos por su aliento, apoyo y comprensión que me brindaron. Al Ingeniero del Proyecto de Zonificación Ecológica y Económica - Ordenamiento Territorial Puno. A mis amigos y compañeros, por su ayuda que hicieron posible la realización de esta investigación.**

**Editha.**

## AGRADECIMIENTO

Y a través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de este trabajo de investigación.

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la vida y dirigir mi camino.

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por haberme recibido con las puertas abiertas y por haberme formado como profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, quienes me brindaron sus sabias enseñanzas y experiencias, brindándome el conocimiento y el carácter para mi formación profesional.

Agradezco al Ing. Eloy Profeta León Charca, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización y ejecución de la tesis. Gracias por la ayuda y confianza depositada en mí.

Agradezco a mi director de tesis al Mg. Flavio Ortiz Calcina, por la asesoría brindada permitiendo un buen aprovechamiento en el trabajo realizado y que esta tesis llegara a buen término.

A los miembros del jurado: Ing. Ernesto Ingaluque Incacari, Ing. Julio Mendoza Maica, Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui, por su rigurosidad, correcciones y comprensión en la evaluación durante la elaboración del presente estudio.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de la presente investigación.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	8
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	9
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b> .....	10
<b>RESUMEN</b> .....	15
<b>ABSTRACT</b> .....	16
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	19
<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b> .....	19
2.1.1. PRADERAS NATURALES EN EL PERÚ.....	19
2.1.2. PASTOS NATURALES ALTO ANDINOS .....	20
2.1.3. PRADERAS NATIVAS .....	20
2.1.4. TIPOS DE VEGETACIÓN.....	20
2.1.5. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	22
2.1.6. COMPONENTES DE LOS SIG .....	23
2.1.7. PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE (GCPS) .....	24
2.1.8. EL PAPEL DEL SIG EN EL MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN .....	25
<b>2.2. MODELOS DE DATOS</b> .....	25
2.2.1. MODELO VECTORIAL .....	25
2.2.2. MODELO RASTER.....	25
2.2.3. MARCO LEGAL.....	26
2.2.4. NIVELES DE ZONIFICACIÓN .....	27
2.2.5. MACRO ZONIFICACIÓN .....	27
2.2.6. MESO ZONIFICACIÓN .....	28
2.2.7. MICRO ZONIFICACIÓN.....	28
2.2.8. PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO .....	28
2.2.9. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS .....	29
2.2.10. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS .....	31
2.2.11. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS SUELOS .....	33
2.2.12. REGÍMENES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO .....	36
2.2.13. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SUELO.....	38
2.2.14. CARTOGRAFÍA DE SUELO .....	41
2.2.15. CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	42
2.2.16. CLASIFICACIÓN DE USO ACTUAL DE TIERRAS .....	48

2.2.17. UNIDADES DE USO ACTUAL DE LA TIERRA.....	48
2.2.18. PALATABILIDAD DE ESPECIES VEGETALES DE PARADERAS NATIVAS.....	49
2.2.19. EVALUACIÓN DE PRADERAS.....	50
2.2.20. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE VARIABLES.....	52
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>57</b>
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>57</b>
<b>3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>58</b>
3.2.1. MATERIALES DE CAMPO.....	58
3.2.2. EQUIPOS DE CAMPO.....	58
<b>3.3. ETAPA DE TRABAJO.....</b>	<b>59</b>
3.3.1. ADQUISICIÓN DE LAS BANDAS DE SATÉLITE (IMG_RAPIDEYE_2012 BANDAS 5, 4, 3 (RGB):.....	59
3.3.2. ESTUDIO DE SUELO.....	60
3.3.3. ELABORACIÓN DE MAPAS.....	61
3.3.4. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES.....	61
<b>3.4. METODOLOGÍA DE RECONOCIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>62</b>
3.4.1. FASE PRELIMINAR.....	62
3.4.2. FASE CAMPO.....	62
3.4.3. ETAPA DE TRABAJO.....	62
<b>3.5. EVALUACIONES REALIZADAS.....</b>	<b>63</b>
3.5.1. CAPACIDAD DE USO MAYOR (CUM).....	63
3.5.2. USO ACTUAL DE TIERRAS (UAT).....	63
3.6.3. AGROSTOLOGIA.....	64
3.6.4. CONDICIÓN DE PASTIZAL.....	65
3.6.5. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.....	66
3.6.6. DETERMINACIÓN DE CARGA ANIMAL ÓPTIMA.....	67
3.6.7. DETERMINACIÓN DE POTENCIAL PECUARIO.....	67
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>4.1. CAPACIDAD DE USO MAYOR (CUM).....</b>	<b>68</b>
<b>4.2. USO ACTUAL DE TIERRAS (UAT).....</b>	<b>74</b>
<b>4.3. EVALUACIÓN AGROSTOLÓGICA.....</b>	<b>77</b>
4.3.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN LA PALATABILIDAD EN LA ESPECIE “VACUNA”.....	77
4.3.2. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN LA PALATABILIDAD EN LA ESPECIE “OVINA”.....	80
4.3.3. ÍNDICE DE VIGOR.....	82
4.3.4. CONDICIÓN DE PASTIZAL PARA LA ESPECIE “VACUNA”.....	84
4.3.5. CONDICIÓN DE PASTIZAL PARA LA ESPECIE “OVINA”.....	87

<b>4.4. POBLACIÓN DE PECUARIA .....</b>	<b>90</b>
4.4.1. MATERIA SECA .....	90
4.4.2. CARGA ANIMAL .....	93
<b>4.5. CONDICIÓN POTENCIAL PECUARIO .....</b>	<b>99</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Componentes del SIG.....	24
<b>Figura 2.</b> Modelo raster y vector sobre el terreno.....	26
<b>Figura 3.</b> Mapa Base de la comunidad campesina de Yanarico .....	57
<b>Figura 4.</b> Mapa de Imagen de la comunidad campesina de Yanarico (img_rapideye_2012 bandas 3, 4, 5 (RGB) .....	59
<b>Figura 5.</b> Mapa de capacidad de uso mayor tierras .....	73
<b>Figura 6.</b> Mapa de Uso Actual de Tierras.....	76
<b>Figura 7.</b> Mapa Agrostológico en especie “vacunos” .....	86
<b>Figura 8.</b> Mapa Agrostológica en especie “ovinos” .....	89
<b>Figura 9.</b> Mapa de disponibilidad de materia seca .....	92
<b>Figura 10.</b> Mapa de la Población Pecuaria en especie “vacuna” .....	95
<b>Figura 11.</b> Mapa de la Población Pecuaria en especie “ovina” .....	98
<b>Figura 12.</b> Mapa del Potencial Pecuario .....	102
<b>Figura 13.</b> En época de lluvia, los pastos crecen y el campo se pone verde.....	118
<b>Figura 14.</b> Elección de sitio de estudio en los transectos en pajonal de la comunidad de Yanarico.....	118
<b>Figura 15.</b> El ganado ovino pastorea libremente en el campo.....	119
<b>Figura 16.</b> Los pastoreo de vacunos en la comunidad de Yanarico.....	119
<b>Figura 17.</b> Material utilizado para trabajo de campo.....	120
<b>Figura 18.</b> Sacando puntos de la parcela de la comunidad de Yanarico.....	120
<b>Figura 19.</b> Medición de la índice de vigor .....	121
<b>Figura 20.</b> Trabajo de campo con el cuadrante.....	121
<b>Figura 21.</b> Recogida de datos con anillo censador .....	120
<b>Figura 22.</b> Lectura y anote de los datos de pastizales.....	120
<b>Figura 23.</b> Cosecha de parcelas en el cuadrante .....	121
<b>Figura 24.</b> Pesado y secado de muestra en el laboratorio de la FCA – UNA – PUNO .....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Superficie de pastos naturales del Perú por departamentos .....	19
<b>Tabla 2.</b> Resumen de las órdenes de suelos según el Soil Taxonomy .....	40
<b>Tabla 3.</b> Categorías de Uso Actual de la Tierra .....	49
<b>Tabla 4.</b> Puntaje total de acuerdo a la condición de pastizal .....	54
<b>Tabla 5.</b> Carga recomendada (Ha/año) según condición .....	55
<b>Tabla 6.</b> Estimado de consumo de materia seca (MS) para especies de animales .....	56
<b>Tabla 7.</b> Fases de evaluación y análisis de suelo .....	60
<b>Tabla 8.</b> Capacidad de Uso Mayor de tierras aptas para cultivos en limpio (A) .....	69
<b>Tabla 9.</b> Capacidad de Uso Mayor de tierras aptas para pastos (P) .....	70
<b>Tabla 10.</b> Capacidad de Uso Mayor de tierras de forestación (F) .....	71
<b>Tabla 11.</b> Capacidad de Uso Mayor de tierras de protección (X) .....	72
<b>Tabla 12.</b> Distribución de las clases de Capacidad de Uso Mayor .....	72
<b>Tabla 13.</b> Categoría y condición de uso actual de tierras .....	75
<b>Tabla 14.</b> Composición florística en palatabilidad en especie “Vacuna” .....	78
<b>Tabla 15.</b> Composición florística en palatabilidad en especie “Ovina” .....	81
<b>Tabla 16.</b> Índice de Vigor de especies dominantes .....	83
<b>Tabla 17.</b> Condición de pastizal en especie “Vacuna” .....	85
<b>Tabla 18.</b> Condición de pastizal en especie “Ovina” .....	88
<b>Tabla 19.</b> Producción y disponibilidad de biomasa de pastos naturales .....	91
<b>Tabla 20.</b> Capacidad de carga animal óptima para vacunos .....	94
<b>Tabla 21.</b> Capacidad y Condición de carga animal óptima para ovinos .....	97
<b>Tabla 22.</b> Modelo de condición potencial pecuario .....	101
<b>Tabla 23.</b> Datos de la evaluación y resultados de suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas) de la comunidad de Yanarico .....	115

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CUM = Capacidad de uso mayor

MS= materia seca

P= promedio

OT = Ordenamiento Territorial

SIG = Sistema de información geográfica

U.A.O.= Unidad animal de ovino

U.A.V.= Unidad animal de ganado vacuno.

UAT = Uso actual de tierras

UGI = Unión Geográfica Internacional

ZEE = Zonificación Ecológica y Económica

## RESUMEN

El estudio se realizó en la comunidad de Yanarico, ubicado a 3825 - 3900 msnm, distrito de Cabana, provincia San Román y departamento de Puno, cuya actividad principal es la ganadería y uno de sus problemas es el sobre pastoreo, afectando el crecimiento, propagación y producción de pastos naturales, en ese marco nos planteamos los siguientes objetivos: Clasificar las tierras por su capacidad de uso mayor (CUM) y uso actual de tierras (UAT), Realizar la evaluación agrostológica (condición del pastizal), Determinar la población de vacunos y ovinos, Modelar el potencial pecuario; la comunidad de Yanarico cuenta con un área de 4010.55 ha. Los resultados de la capacidad de uso mayor (CUM), muestra tierras aptas para cultivos en limpio (A) 1794.24 ha (44.74 %); *tierras* aptas para pastos (P) 1727.74 ha (43.08 %); tierras aptas para producción forestal (F) 343.60 ha (8.57 %) y *tierras* de protección (X) 118.52 ha (2.96 %). En el uso actual de tierras (UAT), muestra terrenos con cultivos en limpio cereales 1045.92 ha (26.08 %) y tubérculos 11.96 ha (0.30 %), terrenos de mosaico pastos y cultivos 1056.37 ha (26.34 %), tierras de pajonal y pastizal 1511.94 ha (44.68 %), tierras desnudas 77.68 ha (1.94 %), ríos y lagos 26.45 ha (0.66 %). Los parámetros de evaluación de condición de pastizal en especie vacuna y ovina en el sitio 1, “Buena” (62.68 %) y “Regular” (59.28 %); sitio 2 “Buena” (74.66 %) y “Buena” (70.16 %); sitio 3 “Regular” (55.40 %) y “Regular” (47.90 %); sitio 4 “Regular” (51.21 %) y “Pobre” (39.71 %); sitio 5 “Buena” (68.89 %) y “Regular” (60.39 %). En la carga animal óptima en especie vacuna y ovina en el sitio 1 y 2, “Buena” 0.42 UAV y “Excelente” 3.87 UAO; sitio 3, “Regular” 0.21 UAV y “Buena” 1.92 UAO; sitio 4, “Regular” 0.24 UAV y “Buena” 2.18 UAO; sitio 5, “Buena” 0.47 UAV y “Excelente” 4.28 UAO; sitio 6, “Pobre” 0.16 UAV y “Buena” 1.48 UAO; sitio 7, “Pobre” 0.13 UAV y “Regular” 1.22 UAO. Los resultados de CUM, UAT, agrostología y carga animal muestra el potencial pecuario en el sitio 1 y 2, con 856.28 ha (21.35 %) “Bueno”; sitio 3, con 804.63 ha (20.06 %) “Bueno”; sitio 4, con 467.40 ha (11.65 %) “Regular”; sitio 5, con 1056.48 ha (26.34 %) “Bueno”; sitio 6, con 668.93 ha (16.68 %), “Regular” y sitio 7, con 130.39 ha (3.25 %), “Pobre”. Estos resultados muestran que la comunidad de Yanarico cuenta con un potencial pecuario “Regular”.

**Palabras clave:** Aptitud pecuaria, Agrostología, Pastos, Modelamiento.

## ABSTRACT

The study was conducted in the community of Yanarico, located at 3825 - 3900 meters above sea level, Cabana district, San Román province and department of Puno, whose main activity is livestock and one of its problems is overgrazing, affecting the growth, spread and production of natural pastures, in that framework we set the following objectives: Classify the lands by their capacity of greater use (CUM) and current land use (UAT), Perform the agrostological evaluation (condition of the pasture), Determine the population of cattle and sheep, modeling livestock potential; the community of Yanarico has an area of 4010.55 ha. The results of the capacity of greater use (CUM), shows land suitable for crops in clean (A) 1794.24 ha (44.74 %); lands suitable for pasture (P) 1727.74 ha (43.08 %); land suitable for forest production (F) 343.60 ha (8.57 %) and protection lands (X) 118.52 ha (2.96 %). In the current land use (UAT), shows land with clean crops cereals 1045.92 ha (26.08 %) and tubers 11.96 ha (0.30 %), land of mosaic pastures and crops 1056.37 ha (26.34 %), pajonal and pasture lands 1511.94 ha (44.68 %), bare land 77.68 ha (1.94 %), rivers and lakes 26.45 ha (0.66 %). The parameters of evaluation of grassland condition in vaccine and sheep species in site 1, "Good" (62.68 %) and "Regular" (59.28 %); site 2 "Good" (74.66 %) and "Good" (70.16 %); site 3 "Regular" (55.40 %) and "Regular" (47.90 %); site 4 "Regular" (51.21 %) and "Poor" (39.71 %); site 5 "Good" (68.89 %) and "Regular" (60.39 %). In the optimum animal load in vaccine and sheep species in site 1 and 2, "Good" 0.42 UAV and "Excellent" 3.87 UAO; site 3, "Regular" 0.21 UAV and "Good" 1.92 UAO; site 4, "Regular" 0.24 UAV and "Good" 2.18 UAO; site 5, "Good" 0.47 UAV and "Excellent" 4.28 UAO; site 6, "Poor" 0.16 UAV and "Good" 1.48 UAO; site 7, "Poor" 0.13 UAV and "Regular" 1.22 UAO. The results of CUM, UAT, agrostology and animal load show the livestock potential in site 1 and 2, with 856.28 ha (21.35 %) "Good"; site 3, with 804.63 ha (20.06 %) "Good"; site 4, with 467.40 ha (11.65 %) "Regular"; site 5, with 1056.48 ha (26.34 %) "Good"; site 6, with 668.93 ha (16.68 %), "Regular" and site 7, with 130.39 ha (3.25 %), "Poor". These results show that the community of Yanarico has a "Regular" livestock potential.

**Key words:** Animal fitness, Agrostology, Pastures, Modeling.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En el Perú, la superficie ocupada por los pastizales naturales, se estima en 20'887,000 hectáreas, que soportan el 84% de la ganadería del Perú. (Flores, 1996). La ganadería en el altiplano peruano es una de las principales actividades económica del departamento de Puno, con menor riesgo a factores climatológicos que la agrícola y en altitudes de 3800 a 4500 m.s.n.m., donde la actividad agrícola no prospera por las condiciones climáticas adversas para el cultivo; por lo que la única actividad socioeconómica de importancia alimentaria y productiva es la pecuaria. (Miranda y Ccana, 2014). Donde los pastizales proveen en promedio más del 80% de la alimentación de esta ganadería (Tapia y Flores, 1984).

En la sierra Peruana albergan casi a la totalidad de la población ganadera nacional: 70% de vacunos, 97% de ovinos y el 100% de los camélidos sudamericanos, es decir, alpacas, llamas y vicuñas. (Miranda y Ccana, 2014). Las praderas naturales son áreas cubiertas de vegetación herbácea compuesta por especies de las familias: Poaceae, Fabáceas, Rosáceas, Ciperáceas, Juncáceas, entre otros (Choque y Astorga, 2007), que varían en su composición vegetal de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.

Las pasturas naturales se encuentran en uso de 2 a 4 veces su capacidad de carga, ocasionando el desequilibrio ecológico (ONERN, 1985; Farfán y Durant, 1998). La degradación actual de los pastizales, muestra que el 60 % de la vegetación nativa se encuentra en condición de pobre y solamente el 9.5 % se encuentra en buena condición (Flores, 1996), lo cual no garantiza la sostenibilidad de la producción ganadera en la sierra del Perú para los próximos 50 años (Alegría 2013).

A pesar de reconocer la importancia de los pastizales naturales, estos actualmente vienen siendo amenazadas por las inadecuadas prácticas de pastoreo, trae como resultado en una paulatina disminución de las especies deseables de mayor valor forrajero, pérdida de la cobertura vegetal del suelo, por lo cual su capacidad de carga animal se reduce considerablemente, con repercusiones importantes en la baja producción y productividad de la actividad ganadera (Florez y Malpartida, 1987).

El presente trabajo, integra la evaluación agrostológica, dentro de la comunidad de Yanarico del distrito de Cabana, que por sus características fisiográficas y la aptitud de sus suelos, presenta una vocación para la ganadería alto andina, por la diversidad botánica de sus pastizales. Los resultados del presente trabajo pretenden aportar con parámetros técnicos para efectuar una planificación racional en el aprovechamiento y manejo sostenido de los suelos y de los pastizales naturales alto andinos. Por lo tanto, los objetivos en estudio fueron:

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el potencial pecuario utilizando SIG y teledetección en la comunidad campesina de Yanarico del distrito de Cabana.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Clasificar las tierras de la comunidad campesina de Yanarico por su capacidad de uso mayor (CUM) y el uso actual de tierras (UAT).
- Realizar la evaluación agrostológica, en base a la composición florística y condición del pastizal en la comunidad de Yanarico.
- Determinar la población de vacunos y ovinos en la comunidad de Yanarico.
- Modelar el potencial pecuario en la comunidad campesina de Yanarico.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. PRADERAS NATURALES EN EL PERÚ

El Programa Nacional de Pastos y Forrajes del Ministerio de Agricultura, indica que la superficie del país cubierta por pastos naturales llegan a cerca de 18.8 millones de hectáreas (15 % de la superficie nacional), distribuidas en la Costa (3.3 %), en la Sierra (94.5 %) y en la Selva (2.2 %). La mayor actividad ganadera del país que sustenta al 78.8 % de ganado vacuno, el 96.2 % de ganado ovino, el 100.0 % de camélidos sudamericanos (llamas, alpacas, vicuñas y guanacos) (Ministerio de Agricultura D.G.P.A.- Crianzas (2000). Como se ve en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Superficie de pastos naturales del Perú por departamentos

<b>Departamentos</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>%</b>
<b>Puno</b>	<b>4'000,000</b>	<b>21.28</b>
Cusco	2'220,000	11.81
Arequipa	2'200,000	11.7
Ayacucho	1'870,000	9.95
Apurímac	1'135,000	6.04
Junín	1'275,000	6.78
Huancavelica	1'180,000	6.27
Lima	1'050,000	5.58
Tacna	380,000	2.02
Huánuco	600,000	3.19
La Libertad	360,000	1.91
Moquegua	530,000	2.82
Ancash	980,000	5.21
Pasco	450,000	2.39
Cajamarca	430,000	2.29
Otros	140,000	0.74
<b>Total</b>	<b>18'800,000</b>	<b>100</b>

Fuente: ONERN, Ministerio de Agricultura D.G.P.A.- Crianzas (2000).

### **2.1.2. PASTOS NATURALES ALTO ANDINOS**

Tapia y Flores, (1984), señala que las praderas naturales alto andinas tienen características propias y específicas que responden a condiciones del sector alto andino, cuyo relieve diverso va desde los 3800 a 4500 msnm, provisto de planicies y picos elevados, con un clima adverso para el desarrollo de una agricultura intensiva. Caracterizado por tener una temperatura fría en los meses de invierno desciende bajo 0 °C y también por la presencia de fuertes corrientes de aire seco que afectan visiblemente al suelo y las plantas, en los meses de verano las temperaturas oscilan entre los 15 y 18°C y se presentan precipitaciones pluviales acompañadas de granizadas y nevadas.

### **2.1.3. PRADERAS NATIVAS**

Flórez y Malpartida, (1987), definen a los pastos naturales o pastizales como las áreas cubiertas por una vegetación herbácea predominantemente de gramíneas, ciperáceas y rosáceas que varían en su composición de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.

### **2.1.4. TIPOS DE VEGETACIÓN**

Novoa y Flores, (1991), señala que en los Andes Peruanos ha identificado cinco tipos de pastizales, las cuales forman comunidades o asociaciones de plantas en un sitio.

Alegría (2013), señala que en los Andes Peruanos ha identificado cinco tipos de pastizales, identificado cinco grupos o tipos de pastizales: pajonales, césped de puna, bofedales, tólares y canllares.

#### 2.1.4.1. Pajonales

Alegría (2013), señala que este tipo de vegetación está dominado por gramíneas altas de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*, siendo las especies más frecuentes, según este tipo de vegetación está dominado por gramíneas altas o ichus, entre los que destacan la "chilligua" (*Festuca dolichophylla*), "iru ichu" (*Festuca ortophylla*), "ichu" (*Stipa ichu*), "hatun pork'e" (*Calamagrostis antoniana*), y el "huaylla ichu" (*Calamagrostis rígida*).

#### 2.1.4.2. Césped de puna

Alegría (2013), señala que este tipo de vegetación se encuentra entre los 4,300 a 5,000 m.s.n.m. que es reconocida como región de pastizales de alpacas y está dominado por plantas pequeñas de porte almohadillado y arrosado, entre las plantas que se encuentran en este tipo están: "paqu paqu" (*Aciachne pulvinata*), "mula pilli" (*Liabum ovatum*), "pilli rosado" (*Werneria nubigena*), "ch'eca ch'eca" (*Pycnophyllum molle*), "pasto estrella" (*Azorella diapensioides*), y "thurpa" (*Nototriche longirostris*).

#### 2.1.4.3. Bofedales

Mendoza (2011), señala que este tipo de pastizal predominan las pseudogramíneas como la "kunkuna" (*Distichia muscoides*), están presentes también en buena proporción las hierbas como el "libro libro" (*Alchemilla diplophylla*), "sillu sillu" (*Alchemilla pinnata*), "pilli" (*Hypochaeris taraxacoides*) y "puna pilli" (*Werneria pygmaea*).

Guillén (2015), menciona que en este tipo de pastizal predominan las pseudogramíneas como la "kunkuna" (*Distichia muscoides*), están presentes también en buena proporción las hierbas como el "libro libro" (*Alchemilla diplophylla*), "sillu sillu" (*Alchemilla pinnata*), "pilli" (*Hypochaeris taraxacoides*) y "puna pilli" (*Werneria pygmaea*).

#### 2.1.4.4. Tólares

Alegría (2013), señala que este tipo de pastizal son comunidades dominadas por especies arbustivas de “tola” (*Parastrephia lepidophylla*) muchas veces acompañada por (*Baccharis microphylla*), (*Festuca orthophylla*), (*Stipa brachyphylla*), (*Festuca dolichophylla*) (*Parastrephia lepidophylla*), (*Miplostephium tacurense*) y (*Diplostephium tacurense*) entre otras.

#### 2.1.4.5. Canllares

Mendoza (2011), señala que este tipo de pastizal está constituida por especies de tipo semiarbusitivo de bajo valor forrajero, estas comunidades están dominadas por arbustos del género: *Margiricarpus* “china kanlli” (*Margiricarpus pinnatus*), “orq’o kanlli” (*Margiricarpus strictus*) y acompañados por otras especies como: “iro ichu” (*Festuca orthophylla*), “canlla quichca” (*Senecio spinosus*), “pinco pinco” (*Ephedra americana*) y “ichu” (*Stipa ichu*)

Esta clasificación se basa, en la presencia de una especie que está muy relacionada a las características agrológicas del suelo y así directamente a la producción de biomasa y la capacidad de carga de pastoreo.

#### 2.1.5. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

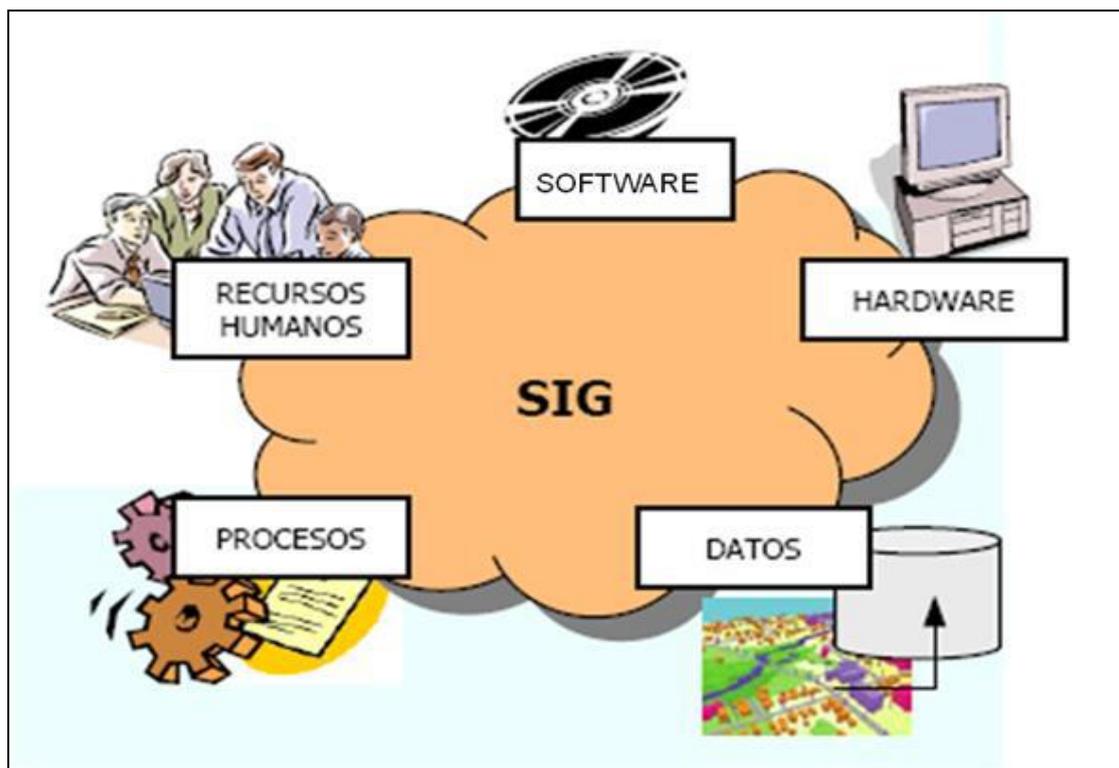
ESRI (1992), señala que el sistema de información geográfica (SIG) es una colección organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para la eficiente captura, almacenamiento, integración, actualización, modificación, análisis espacial y despliegue de todo tipo de información geográficamente referenciada. “Conjunto de equipos informáticos, de programas, de datos geográficos y técnicos organizados para recoger, almacenar, actualizar, manipular y analizar y presentar

eficiente mente todas las formas de información georreferenciada. Un sistema informático para almacenar y utilizar datos referentes a lugares de la superficie terrestre”.

Según, Lantada y Amparo (2003), señala que el “Sistema de información geográfica (GIS) es un sistema basado en el ordenador (CBS) que proporciona los cuatro siguientes conjuntos de capacidades para el manejo de datos georreferenciados: entrada de los datos, gestión de los datos (almacenamiento y recuperación) manipulación, análisis y salida de los datos”. Los SIG, aunque den la impresión de ser aplicaciones meramente prácticas, basadas en un programa concreto, trabajan con una metodología propia y poseen un núcleo teórico importante en el que se combinan conceptos de diferentes disciplinas (topología, estadística espacial, geometría computacional)

#### **2.1.6. COMPONENTES DE LOS SIG**

Vega (2012), define que los componentes de un SIG son los mismos que para cualquier sistema de información (Figura 1): hardware, software, procesos, datos, recursos humanos. Si bien los componentes difieren en niveles de complejidad, costos y plazos de implementación, todos son igualmente importantes y necesarios, es decir un SIG no es simplemente “computadoras y programas”, sino un sistema de información especializado con necesidades especiales que requieren, además de seleccionar e instalar computadoras y aplicativos, identificar e implementar procesos, diseñar y elaborar el modelo del espacio geográfico e involucrar y capacitar a los recursos humanos de las áreas donde dicho sistema funcionará. Además de los componentes principales existen otros elementos que también intervienen en un SIG y que no pueden ser desconsiderados. Uno de ellos es la institución donde se implementará el sistema lo que significa considerar los aspectos legales, económicos, políticos y culturales que influirán en el diseño, desarrollo y operación del sistema.



**Figura 1.** Componentes del SIG

Fuente: Vega (2012)

### 2.1.7. PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE (GCPS)

Álzate (2001), define que los GCPs son pixeles específicos de una imagen para los cuales se conoce las coordenadas cartográficas de salida. El término de coordenadas cartográficas se usa en algunas veces para referirse a coordenadas de referencia. Entre más separados estén los GCPs más confiable es la rectificación. Los GCPs consisten en dos pares X, Y de coordenadas:

**Coordenadas fuente.** Usualmente coordenadas de archivo de los datos de la imagen que se va a rectificar.

**Coordenadas de referencia.** Las coordenadas del mapa o de la imagen de referencia a la cual la imagen fuente se va a registrar.

### **2.1.8. EL PAPEL DEL SIG EN EL MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN**

Álzate (2001), señala que el SIG juega un papel importante como el de almacenar y manejar los datos de entrega y los resultados, pre-procesamiento de datos de entrega (Edición, transformación, interpolación, derivación de parámetros, etc.), análisis y visualización de los resultados, además de proveer el ambiente computacional y las herramientas para la simulación. En relación al modelamiento, ofrece más facilidades de desarrollo modelos y simulaciones de procesos del mundo real, a través del modelamiento simple soportando por la mayoría de los SIG comerciales, bien sea en estructuras de datos Raster o Vector.

## **2.2. MODELOS DE DATOS**

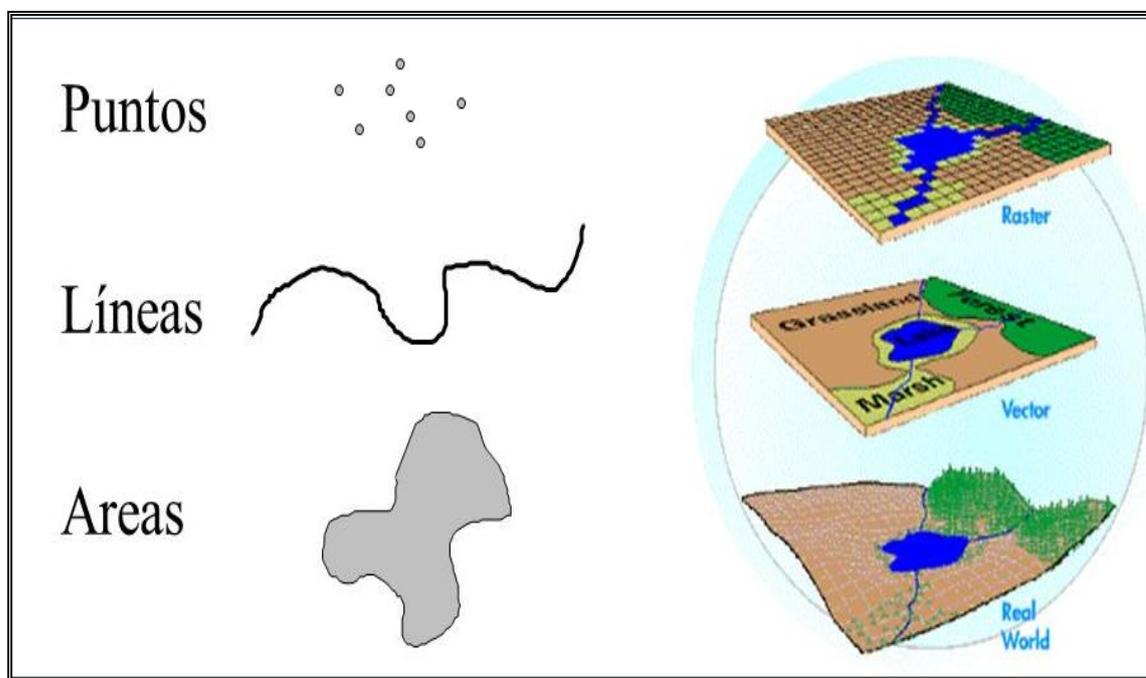
### **2.2.1. MODELO VECTORIAL**

Lantada y Amparo (2003), indica que el modelo vectorial representa los objetos espaciales codificando de modo explícito, sus “fronteras” (el límite o perímetro que separa el objeto del contorno). Las líneas que actúan de fronteras son representadas mediante las coordenadas de los puntos o vértices que delimitan los segmentos rectos que las forman. De este modo, los objetos puntuales (Dimensión topológica) se presenta mediante un par de coordenadas, la X y la Y de la posición del objeto, permite diseñar digitalmente utilizando tres entidades propias de todo el mapa: los puntos, las líneas y áreas cerradas (polígonos).

### **2.2.2. MODELO RASTER**

Lantada y Amparo (2003). Señala que el modelo raster centra su interés más en las propiedades del espacio que en la representación precisa de los elementos que lo conforman (Figura 2). Para ello la estructura del espacio en una serie de elementos

discretos por medio de una retícula regular, generalmente compuesta por celdas cuadradas, también llamadas “pixel”. Cada una de esas celdas se considera como indivisible y es identificable por su número de fila y columna.



**Figura 2.** Modelo raster y vector sobre el terreno

Fuente: Lantada y Amparo (2003)

### 2.2.3. MARCO LEGAL

- D.S. N° 017 – 2009 – AG, y Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.
- D.S. N° 087 – 2004 – PCM, Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE).
- III plan operativo bienal Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial 2011 – 2013, y de acuerdo al reglamento de organización y funciones del MINAM, Decreto Legislativo N° 1013, señala que la Dirección General de Ordenamiento Territorial, es responsable de promover los procesos de ZEE y OT

en el país, y de Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial, que tiene por finalidad orientar y planificar los procesos que se desarrollan a nivel nacional.

- Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales, en su artículo 11°, dispone que la ZEE del país, se aprueba a propuesta de la Presidencia del Consejo de Ministros en coordinación intersectorial como apoyo al Ordenamiento Territorial, a fin de evitar conflictos con superposición de títulos y usos inapropiados y demás fines.

#### **2.2.4. NIVELES DE ZONIFICACIÓN**

MINAN (2010), La Zonificación es el análisis de diferenciación de condiciones climáticas que se puede definir los diferentes cultivos y sus adaptaciones. Se tienen los siguientes tipos:

#### **2.2.5. MACRO ZONIFICACIÓN**

MINAN (2010), señalan que la macro zonificación es aplicando a nivel nacional, macro –regional, regional y a nivel de provincias, cuencas hidrográficas y otros ámbitos espaciales con superficies relativamente grandes, delimitando grandes unidades espaciales en el territorio, definidos con criterios físicos, biológicos, sociales económicos y culturales. También puede ser tomado como referencia para definir prioridades espaciales en los otros niveles de mayor acercamiento espacial (meso y microzonificación). La cartografía aplicable a los estudios del medio biofísico de grandes ecosistemas y paisajes, corresponde a una escala de trabajo menor o igual a 1: 250 000.

### **2.2.6. MESO ZONIFICACIÓN**

MINAM (2010), señala que la meso zonificación puede ser aplicada a nivel regional, provincial y distrital, a nivel de cuencas hidrográficas y otros ámbitos espaciales con superficies relativamente no muy grandes, incluyendo el área de influencia de zonas metropolitanas, delimitando unidades espaciales del territorio a semi detalles, con los mismos criterios de la macro zonificación. La aplicación cartográfica para los estudios del medio biofísico (grandes ecosistemas y paisajes) corresponde a una escala de trabajo mayor o igual a 1: 100 000, cuyas unidades espaciales para la información socioeconómica deben corresponder a los distritos o micro cuencas.

### **2.2.7. MICRO ZONIFICACIÓN**

MINAM (2010), mencionan que la micro zonificación se aplica a nivel local, en ámbitos espaciales con superficies relativamente pequeñas, incluyendo el área de influencia de zonas urbanas, delimitando unidades espaciales del territorio a nivel de detalle, con criterios biofísicos, a nivel de atributos específicos del paisaje, y criterio socioeconómico, a nivel de área de influencia de centros poblados o comunidades. La cartografía aplicable a estudios del medio biofísico corresponde a una escala de trabajo mayor o igual a 1: 25000. Depende de la extensión y de las características del área de estudio. Así también las unidades espaciales para la información socioeconómicas, debe corresponder a los centros poblados.

### **2.2.8. PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO**

Bohn (1993), considera que el gran interés de la gente por el crecimiento de las plantas y la producción de alimentos ha fomentado el estudio de la química del suelo. La

capacidad para producir alimentos ha sido un factor fundamental para la evolución de la sociedad.

El principal alimento de las plantas es el agua y que la principal función del suelo es mantener las plantas erguidas y protegidas del frío y del calor. También sostenía que el continuo cultivo de una determinada especie sobre el mismo suelo lo empobrecería en particular para esta especie, ya que cada planta extraía del suelo una sustancia concreta para su alimentación y su correcto desarrollo.

## **2.2.9. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS**

### **2.2.9.1. Textura del suelo**

Canihua (2001), considera que la textura del suelo es la proporción de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. Cuando más pequeña son la partícula más se acerca a la arcilla, cuando más grande son las partículas más se acerca a la arena.

Quiroga y Romano (2008), mencionan que la textura es el elemento que mejor caracteriza al suelo desde el punto de vista físico. La permeabilidad, la consistencia, la capacidad de intercambio de Tones, de retención hídrica, distribución de poros, infiltración y estructura, son alguna de las características del suelo que en gran medida dependen de la proporción de las distintas fracciones texturales que constituyen un determinado suelo.

### **2.2.9.2. Estructura del suelo**

ONERN (1985), señala la forma como se agregan y disponen las partículas del suelo. Arena, limo y arcilla en el perfil edáfico. Los agregados difieren en tamaño, forma y estabilidad. Los cuatro tipos de estructura o agregados son: granular, lenticular (laminar), cubica (en bloques) y prismática. La estructura tiene una notable influencia

sobre la absorción y movimiento del agua, porosidad, aireación, fertilidad del suelo y penetrabilidad de las raíces de las plantas, entre otras. La estructura en el campo es la calificada a simple vista, separando los agregados

Según Jaramillo (2001), sostiene que las partículas sólidas del suelo que unen entre sí de diversas formas, generando unidades de mayor tamaño llamados agregados, unidades estructurales. El arreglo que se produce con estos sólidos se denomina estructuras de suelos. Las partículas finas están unidas entre sí formando grupos más o menos grandes llamados agregados.

#### **2.2.9.3. Densidad aparente**

Vargas (2009), sostiene que la densidad aparente del suelo se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco ( $105^{\circ}\text{C}$ ) este volumen incluye tanto sólidos como los poros, por lo que la densidad aparente refleja la porosidad total del suelo. Valores de densidad aparente bajos indican generalmente una condición porosa del suelo. La densidad aparente es un parámetro importante para la descripción de la calidad del suelo y la función del ecosistema. Los valores de densidad aparente altos indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida, y cambios indeseables en la función hidrológica como la reducción de infiltración de agua.

#### **2.2.9.4. Consistencia del suelo**

ONERN (1965), menciona que la propiedad del suelo en su relación a la resistencia que ofrece a la deformación o ruptura cuando está seco, húmedo o mojado, bajo la acción de presiones de intensidad variables. La determinación de la consistencia en el campo es puramente cualitativa y varía de acuerdo al estado de humedad del suelo.

Esta propiedad tiene importancia por su efecto en la penetración y desarrollo en el sistema radicular, movimiento del agua, uso de implementos agrícolas, etc.

Según Jaramillo (2001), manifiesta que de acuerdo con el contenido de humedad, el suelo presenta varios estados de consistencia, los cuales le dan ciertas propiedades especiales que definen su comportamiento mecánico; estos estados reflejan la relación en que se encuentran las fuerzas de cohesión (atracción entre partículas o moléculas de la misma sustancia) y de adhesión (atracción entre sustancias o partículas heterogéneas) en el suelo.

Vargas (2009), menciona la consistencia que refiere al grado de cohesión o adhesión de la masa del suelo, incluye las propiedades del suelo como la friabilidad, adhesividad y resistencia a la compresión. Depende en gran medida de la cantidad y el tipo de arcilla, materia orgánica y contenido de humedad del suelo

#### **2.2.9.5. Humedad**

Jaramillo (2001), indica que la cantidad de agua que posee el suelo es una de sus características más específicas y está determinada, fundamentalmente, por su textura, su contenido de materia orgánica, la composición de sus fracciones minerales y orgánica y el arreglo que presente el medio físico edáfico, por el aporte que se le haga natural (lluvia) o artificialmente (riego) de ella, así como por el consumo causado por la evapotranspiración.

#### **2.2.10. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS**

Según Buckman (1980), la química de suelos es la ciencia que estudia las propiedades químicas del suelo y de sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes.

### 2.2.10.1. pH del Suelo

Buckmany (1980), menciona que las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad. Existen dos grupos de factores que provocan cambios en el pH del suelo: (1) los que resultan del aumento del hidrógeno adsorbido y (2) los que aumentan el contenido de bases adsorbidas. Uno de los factores que provocan la acidez en el suelo es la descomposición de la materia orgánica ya que se forman ácidos tanto orgánicos como inorgánicos; el ácido orgánico que se encuentra con mayor frecuencia es el ácido carbónico ( $\text{CO}_3 \text{H}_2$ ). Éste ácido remueve grandes cantidades de bases por disolución o lixiviación. Los ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), son reservorios importantes de iones H en el suelo.

### 2.2.10.2. Nivel de Fertilidad: N-P-K

Según Jaramillo (2001), dentro del grupo de los macro nutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son: nitrógeno, fósforo y potasio.

#### 2.2.10.2.1. El Nitrógeno (N)

Jaramillo (2001), menciona que el Nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta. Es absorbido del suelo bajo la forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la

elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

#### **2.2.10.2.2. El Fósforo (P)**

Jaramillo (2001), menciona que el Fosforo juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas donde la fijación limita su disponibilidad.

#### **2.2.10.2.3. El Potasio (K)**

Jaramillo (2001), menciona que el Potasio tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

### **2.2.11. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS SUELOS**

#### **2.2.11.1. Materia orgánica**

La materia orgánica del suelo constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo así como sustancias producidas por los organismos del suelo. La parte más estable de esta materia orgánica se llama humus, que se obtiene de la descomposición de la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al

suelo. La fracción orgánica del suelo regula los procesos químicos que allí ocurren, influye sobre las características físicas y es el centro de casi todas las actividades biológicas en el mismo, incluyendo la micro flora y la fauna, Vargas (2009).

Vargas, (2009), refiere que existen varios tipos de abonos orgánicos, pero todos necesitan casi los mismos ingredientes; microbios que están en la tierra fértil, ellos necesitan su comida bien preparada con Materiales secos ricos en carbono, como la paja; y Materiales frescos ricos en nitrógeno (como el estiércol y el orín), el Agua, el Aire y una temperatura alta. Estos cinco ingredientes deben estar presentes en cada uno de los tipos de abonos orgánicos, ya que si no lo están es difícil que se puedan descomponer los materiales orgánicos.

Vargas, (2009), refiere que los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo. El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo. La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno.

Altieri (1997) menciona el decálogo de los abonos orgánicos:

1. Use como abono orgánico sólido sólo residuos procesados por compostaje o por lombricultura. Los residuos frescos sin procesar traen riesgos como fitotoxinas, patógenos y semillas de malezas indeseables que no conviene llevar a los cultivos.
2. A menos que haya investigación experimental que soporte el uso de un residuo agroindustrial, no acepte este componente en los abonos orgánicos por el peligro que representa la adición de sales minerales en el proceso industrial, las cuales pueden desequilibrar el perfil químico del abono.
3. Para que el abono orgánico continúe su proceso de descomposición en el suelo sin robarle el nitrógeno a la solución del suelo, el contenido de este elemento debe ser superior a 1,5%. Valores que se encuentren por debajo de esta cifra, ocasionan un efecto neutral y a veces negativo sobre el desempeño del cultivo. A nivel social, un material orgánico se considera abono orgánico si la suma del nitrógeno más el fósforo bajo la forma de  $P_2O_5$  mas el potasio bajo la forma de  $K_2O$  es igual o superior a 4% en base seca.
4. El abono orgánico debe expeler olores como a tierra. Es inaceptable olores amoniacales, como a orín ya que indican que el proceso de habilitación no está completo y trae riesgos de pérdida de nitrógeno y daño al cultivo.
5. El abonamiento con orgánicos no es sólo competencia de los agricultores orgánicos. Se logran ahorros importantes y buen efecto en la cantidad y la calidad de la producción al mezclarlos con abonos de síntesis química artificial.
6. No aspire a recuperar el nivel de materia orgánica del suelo, solo con abonos orgánicos, se requiere además el reciclaje de la vegetación acompañante (Árboles, policultivos, malezas arvenses).

7. No se recomienda como residuo sano, las basuras de las grandes ciudades ya que pueden ser portadoras de metales pesados como plomo, cadmio, mercurio, etc. que contaminan los suelos y las aguas y envenenan la cadena alimenticia.
8. Los abonos orgánicos no son panacea. Como toda sustancia o grupo de sustancias, su efecto positivo o negativo sobre los cultivos, depende de su uso inteligente y a veces de ello sabemos poco. Hay interacciones con el suelo, el clima y los cultivos.
9. Si un compost o un lombricompost no tiene el perfil de abono, puede en cambio tenerlo como enmienda, acondicionador, sustrato, acolchado, supresor, bioestimulante, etc. que son otros papeles muy importantes para la agricultura.
10. Lo orgánico no es la cola del mundo agrícola, por el contrario hoy en día es lo avanzado. No se concibe una producción avanzada hortícola sin el apoyo definido de lo orgánico. Ya se habla del papel sanitario del humus en animales y en el hombre.

#### **2.2.12. REGÍMENES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO**

USDA-NRCS (2010), establece los regímenes de temperatura del suelo, se basan en las temperaturas medias de la atmósfera, de los meses de Verano: Diciembre, Enero y Febrero e Invierno: Junio, Julio y Agosto. Está en relación al hemisferio Sur. Entonces:

- Temperatura promedio anual suelo: temperatura promedio del aire más 1° C.
- Temperatura promedio del suelo en verano (TMV): Temperatura promedio del aire en verano menos 0.6° C.
- Temperatura promedio del suelo en invierno (TMI): Temperatura promedio del aire en invierno más 1°C.
- Cuando la TMV – TMI es igual o menor a 5 °C, se antepone la palabra ISO a todos los regímenes de temperatura.

La clasificación de los regímenes de temperatura se hace en base a la temperatura promedio anual del suelo a 50 centímetros de profundidad (que es donde se homogeniza la temperatura del suelo y a mayor profundidad de 50 cm. Se incrementa). Normalmente la temperatura del suelo es más caliente que la temperatura del aire.

#### **Los regímenes de temperatura son:**

1. **Pergelic;** suelos permafrots, donde la temperatura es menor de 0°C durante todo el año. No se le antepone el término ISO.
2. **Cryc;** de 0°C a 8 °C, no se le antepone el término ISO. Puede llamarse también Frigid, al que si se le puede anteponer el término ISO.
3. **Isofrigid;** temperatura media anual menor a 8°C.
4. **Isomésic;** temperatura media anual entre 8 y 15°C.
5. **Isotérmic;** temperatura media anual entre 15 y 22°C.
6. **Isohipertérmic;** temperatura media anual mayor a 22°C.

#### **2.2.12.1. Regímenes de humedad**

USDA-NRCS (2010), define los siguientes regímenes de humedad para los suelos, teniendo en cuenta sus condiciones de humedad dominantes en años normales, están en función a la tensión del agua en el suelo, y son los siguientes:

1. **Aridic y tórric;** el suelo está seco, más de la mitad de tiempo acumulativo del año en el cual la temperatura, hasta los 50 cm de profundidad, es mayor a 5°C y está húmedo, todo o una parte, menos de 90 días consecutivos, cuando la temperatura del suelo, a 50 cm de profundidad, es mayor a 8°C. Estas condiciones de humedad se presentan fundamental mente en climas áridos y semiáridos.

2. **Xeric;** este es un régimen establecido específicamente para las condiciones climáticas mediterráneas, donde el invierno es húmedo y frío y el verano es cálido y seco; este régimen no se aplica en las condiciones tropicales.
3. **Ustic;** en condiciones tropicales, el suelo se encuentra húmedo por 3 meses consecutivos. Estas condiciones de humedad implica que el suelo presenta condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal, solo un semestre al año, debiéndose tener riego para poder cultivar permanentemente.
4. **Udic;** suelo húmedo por 9 meses. En este régimen se presenta los suelos de los climas húmedos, con la precipitación bien distribuida y también aquellos de climas donde las precipitaciones se concentran en varios meses pero que son deficientes para regar el suelo y para dejar una cantidad de agua, almacenada en él, suficiente para satisfacer los requerimientos de las plantas, durante los meses secos.
5. **Perudic;** suelo húmedo todo el año.
6. **Aquic;** suelo saturado con agua todo el año y todos los años. En Puno ocurre el régimen ustic.

### 2.2.13. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SUELO

#### 2.2.13.1. Clasificación taxonómica

Buol, et al. (1983), puntualiza que el hombre ha sentido la necesidad de clasificar los fenómenos naturales con los objetivos básicos: Entender las relaciones entre los individuos y los grupos de la población que analiza (Tabla 2). Aprender nuevos principios y relaciones acerca de la población que estudia. Establecer clases con objetos estudiados que los permitan: Predecir su comportamiento, Identificar su mejor uso y Estimar su productividad.

USDA-NRCS (2010), define como clasificación como un grupo natural compuestos de sólidos (materiales minerales y orgánicos), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, ocupan un espacio y se caracteriza por tener horizontes y/o capas diferenciables del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad para soportar plantas enraizadas en un ambiente natural.

#### **2.2.13.2. Categoría de taxonomía de suelos**

FAO-UNESCO (1976), define la taxonomía del suelo ha sido desarrollada para agrupar suelos de características similares para fines de manejo y para facilitar un lenguaje universal entre los agrónomos y especialistas en suelos del mundo. El sistema utiliza categorías, una categoría es un conjunto de clases de suelos definidas aproximadamente al mismo nivel de abstracción y generalización.

#### **2.2.13.3. Horizontes diagnósticos superficiales o epipedones**

USDA-NRCS (2010), define un epipedon no es sinónimo de un horizonte A, puede incluir parte o todo él A e incluso parte del horizonte iluvial B si el obscurecimiento por materia orgánica se extiende desde la superficie del suelo hasta el interior del horizonte B. Los epipedones son: Mollic, Umbric, Anthropic, Plaggen, Melanic, Folistic, Ochric.

#### **2.2.13.4. Subhorizontes diagnóstico o endopedones**

Se encuentran debajo de los epipedones y los principales son: Argillic, Natric, Agric, Albic, Calcic, Cambic, Glossic, Kandic, Oxic, Placic, Sombric, Spodic.

Según Luzio (1982), señala en la categoría más alta se separan todos los suelos en un número pequeño de clases lo que permite comprender y recordar las doce clases: Histosols, Spodosols, Oxisols, Vertisols, Aridisols, Ultisols, Mollisols, Alfisols, Inceptisols, Entisols, Andisols, Gelisols. Cada orden resulta muy heterogéneo en lo que respecta a las propiedades que no se usaron, para reducir esta heterogeneidad se efectúa otra separación en la categoría próxima inferior, el suborden.

Son más de 47 subórdenes del sistema, sin embargo existen gran heterogeneidad en cada clase, por lo que se vuelve a separarlos en más de 230 grandes grupos y así sucesivamente hasta llegar a la serie.

**Tabla 2.** Resumen de las órdenes de suelos según el Soil Taxonomy

N° de Orden	Nombre	Elemento Formativo	Término Nemotécnico	Etimología del elemento formativo
1	Entisols	Ent	juventud	Juventus
2	Vertisols	Ert	Invertir	Lat. Verto ; invertir
3	Inceptisols	Ept	Incipiente	Lat. Inceptum; comienzo.
4	Aridisols	Id	Árido	Lat. Aridus,seco
5	Mollisols	Oll	Molicie	Lat.Mollis;blando
6	Spodosols	Od	Podsol	GriegoSpodos ; ceniza
7	Alfisols	Alf	Pedalfer	Sílaba sin sentido
8	Ultisols	Ult	Último	Lat. Ultimus, último
9	Oxisols	Ox	Oxido	De oxide;óxido
10	Histosols	Ist	Histología	Griego Histos, tejido
11	Andosols	And	Andes	Japón Ando; Negro
12	Gelisols	El	Geli	LatinGelare, congelado

Fuente: Luzio (1982)

## **2.2.14. CARTOGRAFÍA DE SUELO**

### **2.2.14.1. Análisis fisiográfico**

Según Jaramillo (2001), menciona que si fisiografía es el término usado para describir, las formas de relieve del paisaje de una zona determinada, el análisis fisiográfico consiste la sistematización e interpretación de las formas o relieve con fines de separar unidades de mapeo. Adema que la fotointerpretación preliminar se lleva a cabo mediante el análisis fisiográfico, el cual es un método moderno de interpretar imágenes de la superficie del terreno para establecer la relación paisaje (fisiográfico – suelo).

### **2.2.14.2. Geomorfología**

Jaramillo (2001), señala que la geomorfología es la rama de la geología que estudia el relieve de la tierra, es una ciencia evolutiva, resultado de un balance dinámico en el tiempo, entre procesos constructivos y destructivos, dentro del ciclo geográfico o geomorfológico, cuyo objetivo es comprender como se ha originado hasta el presente, los distintos elementos y propiedades del relieve que engloba las sucesivas fases por los que evoluciona un paisaje. También define al paisaje morfológico, como una “gran porción de la superficie de la tierra caracterizada ya sea por una repetición de los tipos de relieve similares, pero unidos por una relación morfológica específica: volcanismo, plegamiento, erosional, glaciario, aluvial, coluvial, diluvial, marino, eólico, lacustre”.

### **2.2.14.3. Unidad de mapeo**

Jaramillo (2001), señala que la unidad predeterminada en gabinete en base al análisis fisiográfico que reúne características similares en cuanto a cobertura vegetal, fisiográfica, color, patrón de drenaje, textura y otros factores foto identificable que permita la determinación de la unidad. La unidad de mapeo es caracterizada en campo

mediante examen detallado de sus características edáficas y su relación con el paisaje circundante.

#### **2.2.14.4. Unidades cartográficas de suelos**

ONERN (1980), menciona que la investigación de los recursos naturales, la cartografía tiene un rol muy importante, ya que los estudios de cada especialidad que intervienen deben ser expresados en mapas. Por otra parte, la cuantificación de los recursos requiere, como base indispensable, el uso de mapas cuya precisión este de acuerdo al nivel de detalle de los estudios realizados. En este sentido, es recomendable preparar o disponer de mapas de la mayor precisión posible, con el objeto de conseguir los mejores resultados tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo. El mapa de suelos presenta un conjunto de áreas completamente delimitadas por líneas, cada una de las cuales se llama delineación de suelos; todas las delineaciones de suelos que se encuentran identificadas con un mismo símbolo en el mapa conforman una unidad cartográfica.

#### **2.2.15. CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD DE USO MAYOR**

Cortez (2011), menciona que la clasificación de capacidad de uso mayor de las tierras fue adoptada por el Ministerio de agricultura del Perú a través del departamento de tierras y aguas, según: Decreto Supremo N° 017 – 2009 AG, el Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor está conformado por tres categorías de uso:

- Grupo de Capacidad de Uso Mayor
- Clase de Capacidad de Uso Mayor
- Subclase de Capacidad de Uso Mayor

### 2.2.15.1. Grupo de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Esta categoría representa la más alta abstracción del sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible. El sistema establece los siguientes grupos de capacidad mayor de las tierras:

**Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A):** Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras Aptas para Cultivo Permanente (Símbolo C):** Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P):** Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas

tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras Aptas para Producción Forestal (Símbolo F):** Agrupa a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

**Tierras de Protección (Símbolo X):** Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanente, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección. En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fosiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado.

#### **2.2.15.2. Clase de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras**

Constituye la segunda categoría del presente sistema de clasificación de tierras. Reúne a unidades de tierra según su Calidad Agrológica dentro de cada grupo. La calidad Agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad,

condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo de esta forma se han establecido tres clases de calidad agrológica:

**Calidad agrológica alta (1):** Comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad.

**Calidad agrológica media (2):** Corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.

**Calidad agrológica baja (3):** Reúnen a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada.

#### **2.2.15.3. Subclase de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras**

Constituye la tercera categoría del presente sistema de clasificación de tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Estableciendo seis subclases y tres de condiciones especiales.

**Limitación por Suelo (Símbolo “s”):** El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras; de ahí, la gran importancia de los estudios de suelos, en ellos se identifica, describe, separa y clasifican los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Sobre estas agrupaciones se determinan los grupos de capacidad de uso. Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad de suelo, tales

como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión.

**Limitación por Sales (Símbolo “I”):** Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente del factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, especialmente en la región árida de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

**Limitación por Topografía - Riesgo de Erosión (Símbolo “e”):** La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, determinan el drenaje. Externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes son determinados considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.

**Limitación por Drenaje (Símbolo “w”):** Esta limitación está íntimamente relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo la naturaleza del substratum y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, la productividad de los suelos, en los costos de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos. El cultivo de arroz representa una excepción, así como ciertas especies de palmáceas de hábitat hidrofítico en la región amazónica (aguaje).

**Limitación por riesgo de Inundación o Anegamiento (Símbolo “i”):** Este es un aspecto que podría estar incluido dentro del factor drenaje, pero, por constituir una

particularidad de ciertas regiones del país como son las inundaciones estacionales en la región amazónica y en los valles costeros, y que comprometen la fijación de cultivos, se ha diferenciarlo del problema de drenaje. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de especies a cultivarse.

**Limitación por Clima (Símbolo “c”):** Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bioclima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que comprometen seriamente el cuadro de especies a desarrollarse. Esta limitación es común en las tierras con potencial para Cultivos en Limpio ubicadas en el piso Montano y en las tierras con aptitud para Pastos en los pisos altitudinales Subalpino y Alpino (zona de páramo y tundra, respectivamente).

También reconocidos tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

**Uso Temporal (Símbolo “t”):** Referida al uso temporal de los pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación).

**Presencia de Terraceo – Andenería (Símbolo “a”):** Esta referida a las modificaciones realizadas por el hombre, en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes), lo cual reduce la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

**Riego permanente o suplementario (Símbolo “r”):** Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas.

#### **2.2.16. CLASIFICACIÓN DE USO ACTUAL DE TIERRAS**

ZEE - OT (2012), muestra que el uso de la tierra es la modificación antrópica del ambiente natural o naturaleza en ambiente construido como campos de cultivo, pasturas, asentamientos urbanos. Los más recientes efectos significativos del uso de la tierra incluyen crecimiento urbano descontrolado, erosión de suelo, degradación de suelo, salinización, desertificación. Cambios en el uso de la tierra, junto con el uso de los combustibles fósiles, son las mayores fuentes antropogénicas de dióxido de carbono, dominante gas de invernadero.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) suministra juegos de fotografías aéreas y varios conjuntos de ortofotos. Las ortofotos contienen las coordenadas del kilómetro cuadrado usado como base para la codificación y formación del Banco de Datos.

#### **2.2.17. UNIDADES DE USO ACTUAL DE LA TIERRA**

ZEE - OT (2012), muestra la clasificación del uso actual de la tierra se realiza teniendo como base la clasificación propuesta por la UGI, por sistemas que considera nueve categorías de la citada clasificación (Tabla 3), la primera comprende las áreas dedicadas a centros poblados e instalaciones gubernamentales y/o privadas. Las tres siguientes se refieren a los terrenos dedicados a cultivos de hortalizas, cultivos perennes y cultivos extensivos. La quinta y sexta categoría comprenden terrenos ocupados con praderas mejoradas y praderas naturales, respectivamente. Las tres últimas categorías, se refieren a las áreas con bosque, áreas hidromórficas y áreas sin uso y/o improductivas en

el momento del mapeo, incluyendo las tierras en barbecho y/o en descanso temporal. Las nueve grandes categorías de la UGI, van en orden descendente, de acuerdo con la intensidad de uso de la tierra y son las siguientes:

**Tabla 3.** Categorías de Uso Actual de la Tierra

N°	GRANDES CATEGORIAS DE USO ACTUAL DE LA TIERRA
1	Centros poblados
2	Horticultura
3	Árboles y otros cultivos permanentes
4	Tierras de cultivos
5	Pastos mejorados permanentes
6	Praderas no mejoradas
7	Tierras boscosas
8	Pantanos y ciénagas
9	Tierras improductivas

FUENTE: Unión Geográfica Internacional

## 2.2.18. PALATABILIDAD DE ESPECIES VEGETALES DE PARADERAS

### NATIVAS

Flórez y Malpartida (1987), Las especies vegetales de los pastizales, pueden clasificarse en especies deseables, poco deseables e indeseables, y estas varían de acuerdo a la especie animal para la cual se hace la clasificación:

**Deseables:** Constituido por especies forrajeras altamente palatables y relativamente importantes en la condición "Clímax". Tienden a declinar en importancia y/o vigor a medida que la presión de pastoreo aumenta o si el pastoreo prolongado.

**Poco deseables:** Constituido por especies moderadamente palatables, especies secundarias que aumentan inicialmente a medida que las especies deseables comienzan a

declinar, pero que luego tienden a decrecer y comienzan a tomar a partir de ese momento la mayor responsabilidad como alimento para la carga de pastoreo.

**Indeseables:** Constituido por plantas que no son apetecidas por ninguna especie animal.

### 2.2.19. EVALUACIÓN DE PRADERAS

En este trabajo de investigación, se utilizó el método más utilizado en la determinación de la condición de pastizal:

#### 2.2.19.1. Composición florística

Condori y Choquehuanca (2001), señala que la composición florística es el inventario o lista de especies presentes en unidades vegetales que se estudian se elaboran, mediante listas florísticas en parcelas de muestreo.

Farfán y Durant (1998), señalan que el objetivo de la medición en obtener el número de plantas de la misma especie por unidad de área de pradera nativa, las especies de gramíneas, gramínoideas y hierbas presentes en una pradera se agrupan en especies valiosas en especies deseables, poco deseables e indeseables al ganado.

#### 2.2.19.2. Método de Transección Paso (K. W. Parker)

Tapia N. y Flórez O. (1984), el muestreo de vegetación de pastizales por medio de "Transecto al Paso", permite obtener información cuantitativa a la vez que cubre una extensa zona en el muestreo. Permitiendo registrar los siguientes términos:

**Vegetación Herbácea:** Cuando la especie vegetal cae dentro del anillo cansador, se registra en clave. El código consta de cuatro letras. Las dos primeras corresponden al género y las dos últimas a la especie. Así, *Festuca dolichophylla* tiene como clave "Fedó";

**Mantillo (M):** Cuando más de la mitad del anillo es cubierto por materia orgánica o estiércol.

**Musgo (L):** Cuando ocurre más de la mitad del anillo.

**Suelo Desnudo (S):** Suelo sin vegetación.

**Roca (R):** Cuando más de la mitad del anillo es cubierto por roca que es más grande que el anillo.

**Pavimento de erosión (P):** Cuando más de la mitad del anillo es cubierto por pequeñas partículas de suelo o piedras pequeñas dentro del mantillo. Las especies anuales deben ser registradas como mantillo.

#### **2.2.19.3. Sistema Agrostológico**

Flórez (2005), Es el estudio de las especies forrajeras en su clasificación, manejo y utilización, en la alimentación y nutrición de los animales. Enfocado a evaluar áreas de praderas nativas que son las tierras que producen forraje natural para el consumo animal y que año a año en función a los factores climáticos y de manejo se regeneran en forma natural o en algunos casos artificiales, para proveer una cubierta de vegetación nativa que sirve de alimento a los animales domésticos que se explotan con fines económicos pero a la vez también a algunas especies de fauna.

#### **2.2.19.4. Desarrollo del mapa Agrostológico**

Flórez M. (2005), La elaboración de un mapa de recursos forrajeros de un predio, denominado también “mapa Agrostológico”; tiene tres fases:

**Fase 1.** Consiste en la determinación de los sitios de pradera que contiene el predio en estudio, utilizando fotografías aéreas que cubren el predio interpretándolas para determinar los límites de los sitios de pradera y transferirlos a un plano topográfico del predio.

**Fase 2.** Trabajo de campo para corregir algunos errores en la demarcación de sitios, analizar la vegetación de los sitios, determinar la condición de los sitios por especie animal de pastoreo y determinar su carga animal óptima por hectárea/año.

**Fase 3.** Consiste en interpretar los resultados obtenidos y elaborar un plan de manejo racional de los recursos forrajeros del predio.

#### **2.2.20. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE VARIABLES**

Farfán y Durant (1998), señala que cuando se habla de métodos de evaluación, se refieren a los atributos de la vegetación que pueden ser medidos cuantitativa y cualitativamente por ser de utilidad al usuario, los principales parámetros en estudio de los pastizales naturales en el Perú son: frecuencia, cobertura, peso de materia vegetal, composición botánica, altura, entre otros. Los métodos de monitoreo de los indicadores de respuesta de la vegetación son los siguientes:

##### **2.2.20.1. Condición Del Pastizal**

(Alegría, 2013). Define la condición de los pastizales como el estado de salud de este, los diferentes tipos de condiciones son:

**Condición excelente:** Sitios donde el 81 – 100 % de la producción forrajera está compuesta por especies deseables y poco deseables. La lluvia penetra el perfil del suelo

rápidamente, con muy poca erosión en el suelo, El agua de los riachuelos es clara y regular caudal.

**Condición buena:** Sitios donde el 61 - 80 % de la producción forrajera proviene de especies deseables y poco deseables. Las especies deseables son vigorosas. Hay erosión ligera. El agua de los riachuelos es clara.

**Condición Regular:** Sitios donde el 41 - 60 % de la producción forrajera proviene de las plantas deseables y poco deseables. Las especies poco deseables producen la mayoría del forraje. Las plantas deseables en su mayoría han perdido parte de su vigor.

**Condición Pobre:** Sitios donde el 21 - 40 % de las plantas son deseables. Las plantas anuales, hierbas y arbustos indeseables se tornan abundantes y vigorosos. Suelos pobremente protegido, con pocas especies deseables, las aguas de las lluvias no penetran en el suelo provocando la erosión hídrica y eólica, con poca fertilidad del suelo, con sequias frecuentes.

#### 2.2.20.2. Parámetros de evaluación condición de pastizal

Florez (1993), muestra que para establecer la condición del pastizal, se realizó la sumatoria del puntaje obtenido en todos los parámetros de evaluación considerado la sumatoria de los puntajes parciales del índice de especies decrecientes (ED), índice forrajero (IF), índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (B-R-P) e índice de vigor (IV), obteniendo la sumatoria del puntaje total, estableciendo las condiciones del pastizal; usando para ello, la siguiente Tabla 4.

**Índice de especies deseables (ED):** Constituido por el total de especies palatable y/o deseables que hay en un sitio, para cada especie animal, por lo tanto los porcentajes y puntajes varían por especie animal, sean estas alpacas, llamas, ovinos o vacunos.

**Índice forrajero (IF):** Este valor se obtuvo sumando la frecuencia porcentual de las especies decrecientes y las especies acrecentantes de cada sitio de la vegetación existente.

**Índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P):** Constituido por los valores de la frecuencia porcentual del suelo desnudo, roca y pavimento de erosión en cada sitio de pastoreo; siendo este índice como un valor indirecto de la medida de la cobertura del suelo y el grado de erosión de los sitios de pastoreo de la pradera.

**Índice de vigor (IV):** El vigor de la planta, es sinónimo de la salud de la planta. Indica la apariencia relativa, vitalidad crecimiento y producción de la planta. Para obtener este índice, se tomó como patrón de medida la especie clave en su condición de óptimo desarrollo bajo las mejores condiciones del medio ambiente.

**Tabla 4.** Puntaje total de acuerdo a la condición de pastizal

Puntaje total (%)	Condición de pastizal
81 a 100	Excelente
61 a 80	Bueno
41 a 60	Regular
21 a 40	Pobre
00 a 20	Muy pobre

Fuente: Florez, (1993)

### 2.2.20.3. Rendimiento de biomasa

Astorga (1987), señala que los métodos utilizados para estimar la disponibilidad forrajera en pastizales, es más preciso y objetivo el “método de la cosecha”, permitiendo tomar decisiones más adecuadas respecto a la forma de uso del pastizal.

Según Choque (2012), señala que la hectárea es agronómicamente la unidad preferida de producción sobre otras de difusión local, principalmente porque corresponde a una expresión de la escala decimal (10.000 veces un metro cuadrado).

#### 2.2.20.4. Carga animal

Florez, (1993), señala la carga animal optima es el factor de manejo más importante, que determina la producción de la pradera y la productividad por animal, ya que cualquiera sea el sistema de pastoreo, funcionará mejor con una carga adecuada, para calcular la carga adecuada se debe de conocer la producción de pasto en la materia seca (MS) por hectárea, el grado de uso recomendable y la cantidad de materia seca para alimentar durante el año.

Para determinar el número de animales que el área podría soportar un área se consideró las capacidades de carga según la condición del pastizal que se muestran en la Tabla 5; multiplicado el valor de carga recomendado por la superficie que corresponde a los sitios en estudio.

**Tabla 5.** Carga recomendada (Ha/año) según condición

Condición de pastizal	Capacidad de Carga	
	UAV/ha/año	UAO/ha/año
Excelente	0.75	4
Bueno	0.5	3
Regular	0.38	1.5
Pobre	0.13	0.5
Muy pobre	0.07	0.2

Fuente: Florez, (1993)

Choque (2012), señala que en pastoreo ideal los animales consuman el 50% de la producción total de materia verde de una pradera nativa, siendo 0.50 el factor de uso apropiado. El consumo de materia seca por ganado el vacuno consume en promedio 2.4 a 3 % de su peso vivo en materia seca, la alpaca consume 1.8 y 2.8 % de su peso vivo en materia seca, el ovino mejorado consume el 3.2 % de materia seca de su peso corporal. (Tabla 6).

**Tabla 6.** Estimado de consumo de materia seca (MS) para especies de animales

Especie animal	N° de animales	Peso vivo (kg)	Consumo de materia seca kg./UA/día	Consumo de materia seca kg./UA/año
Vacunos	1.00	400.00	12.00	4380.00
Ovinos	1.00	35.00	1.12	408.80

Fuente: Choque (2012)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de investigación fue desarrollado en la comunidad campesina de Yanarico ubicado en el Distrito de Cabana de la Provincia de San Román del Departamento de Puno – Perú, con una extensión superficial de 4010.55 ha, (ZEE región Puno, 2017), de acuerdo al sistema de coordenadas UTM–WGS 84, en la zona geográfica 19S (hemisferio sur), X: 370124 y Y: 8270254 a una altitud de 3825 a 3900 m.s.n.m. mostrado en la mapa base (Figura 3).

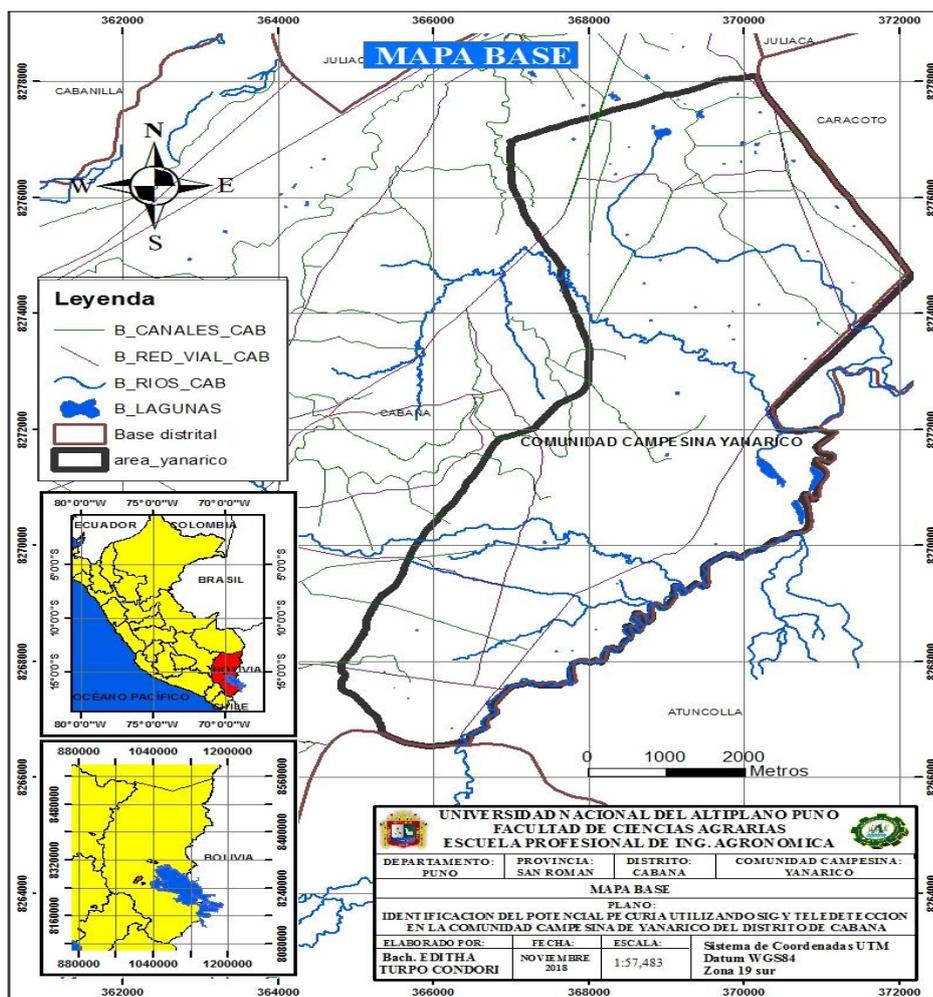


Figura 3. Mapa Base de la comunidad campesina de Yanarico

### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.2.1. MATERIALES DE CAMPO**

- Anillo censador (3/4) de pul (22.5 mm), de diámetro.
- Bolsas de plástico.
- Cuaderno de campo.
- Cuadrante de 0.5 m x 0.5 m.
- Etiquetas.
- Lápiz.
- Tijeras
- Wincha de 50 metros.

#### **3.2.2. EQUIPOS DE CAMPO**

- Cámara fotográfica digital
- Envi 4.5.
- GPS eTrex Legend H Garmin
- Imagen del Satélite IMG\_RAPIDEYE\_2012 resolución especial 5 metros, resolución espectral 3, 4, 5.
- Mapa base.
- Materiales y equipos del laboratorio de Pastos y Forrajes de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.
- Software ArcGis 10.2

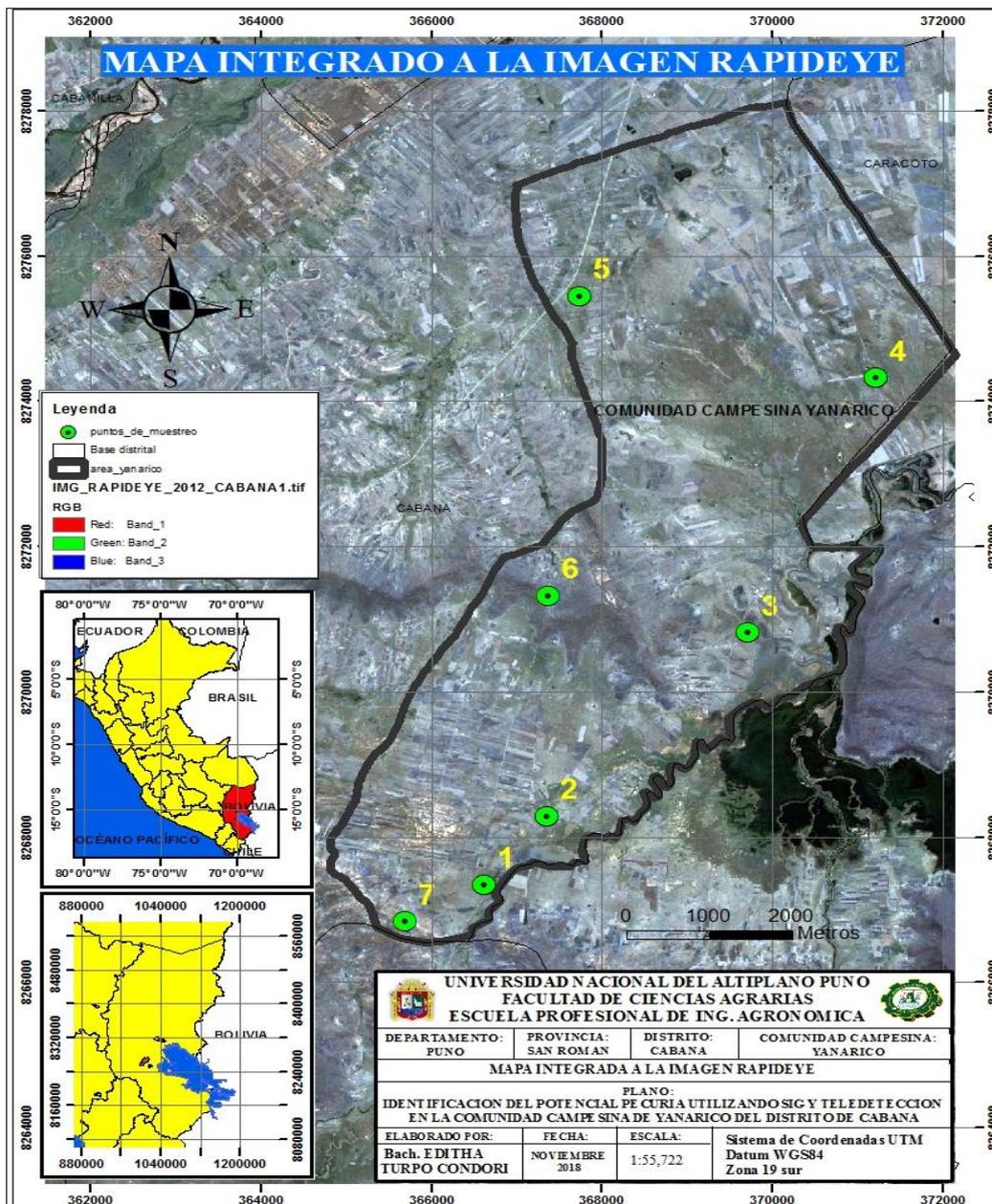
### 3.3. ETAPA DE TRABAJO

#### 3.3.1. ADQUISICIÓN DE LAS BANDAS DE SATÉLITE (IMG\_RAPIDEYE\_2012)

##### BANDAS 5, 4, 3 (RGB):

En esta combinación la vegetación aparece en distintos tonos de color verde.

Explicación de la combinación para el estudio de vegetación.



**Figura 4.** Mapa de Imagen de la comunidad campesina de Yanarico (img\_rapideye\_2012) bandas 3, 4, 5 (RGB)

**Banda 3.-** Zona del espectro (**rojo, luz visible**), indicador de la reflectancia de la agricultura y calidad de agua.

**Banda 4.-** Zona del espectro (**Infra rojo cercano**), utilizando para determinar la biomasa, delineamiento de cuerpos de agua, mapeo geomorfológico, áreas de incendios y áreas húmedas.

**Banda 5.-** Zona del espectro (**Infra rojo medio**), es utilizada para evapotranspiración, determinar el uso de suelo, medidas de humedad de la vegetación, diferenciación entre nubes y nieves.

### 3.3.2. ESTUDIO DE SUELO

El estudio se realizó a través de una secuencia de actividades de gabinete campo y laboratorio, que esquemáticamente puede resumir como sigue:

**Tabla 7.** Fases de evaluación y análisis de suelo

<b>Etapas</b>	<b>Fases</b>	<b>Metas</b>
Etapa preliminar de gabinete	Análisis de las especificaciones del estudio.	Planeamiento integral para la realización de estudio.
	Compilación y análisis de la información existente.	Conocer las características litológicas, ecológicas y topográficas del área de estudio.
	Análisis e interpretación de imagen satelital.	Obtener el mapa base de suelos utilizando las imágenes de satélite.
Etapa de campo	Reconocimiento preliminar del área de estudio.	Obtener una visión general del área y de los suelos predominantes y realizar la distribución de las calicatas más representativas.

	Mapeo Sistemático y recolección de muestras.	Obtener la información total de los suelos y determinar muestras representativas para el análisis de laboratorio.
Etapa de laboratorio	Análisis físico – mecánico y químico de las muestras recolectadas.	Caracterización de las muestras de suelos. Estos resultados se encuentran en los datos CUM, UAT y SUELO. shp.
Etapa final de gabinete	Reajuste la teledetección inicial.	Trazar los límites definitivos de las unidades de suelos.
	Procedimiento de datos de campo y de laboratorio.	Descripción y definición de la leyenda final de las unidades de suelo.
		Elaboración de mapas definitivos

Fuente: ZEE-OT Puno. 2012.

### 3.3.3. ELABORACIÓN DE MAPAS

Luego de identificar los tipos de pastizal bajo los criterios antes descritos, se realizó la delimitación o el mapeo interpretándose directamente en el computador, que contiene la información digital, los archivos de la cartografía base y la imagen satelital a través del programa ArcGis 10.2.

### 3.3.4. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES

Para la realización del presente estudio se realizó empleando las variables de respuesta y observaciones que se evaluaron fueron:

- Capacidad de uso mayor (CUM)
- Uso actual de tierras (UAT).
- Condición de pastizal (%)
- Rendimiento de materia seca (kg/ha)

- Cantidad de carga animal optima (UA/ha)
- Potencial pecuario en la comunidad campesina de Yanarico.

### **3.4. METODOLOGÍA DE RECONOCIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. FASE PRELIMINAR**

Esta fase consistió en levantar información secundaria y la delimitación del área de estudio de la comunidad campesina de yanarico. Determinando los límites de los predios donde se realizó el estudio, para esto se usó un sistema de posicionamiento por satélite. Con la ayuda de un equipo GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico), se procedió a recorrer a pie y en moto lineal, los límites de los predios capturando los datos de las coordenadas satelitales. Para el procesamiento de los datos se trabajó con el programa de ArcGis versión 10.2, a través del cual se elaboraron mapas que permitieron tener una mejor visualización espacial de los resultados.

#### **3.4.2. FASE CAMPO**

Realizada la delimitación correspondiente y ubicada el lugar de estudio, dentro de la comunidad campesina de yanarico, se seleccionaron los sitios de estudio, además de la delimitación se realizó los puntos de evaluación con la ayuda de un GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico), ateniéndose con ello la delimitación del sitio de pastoreo y la superficie correspondiente, de igual manera se procedió para delimitar los sitios de pastoreo en base a la especie vegetal predominante.

#### **3.4.3. ETAPA DE TRABAJO**

Para llegar a obtener una caracterización del estado ecológico de los pastizales, se partió de la elaboración de un inventario de vegetación y caracterización del tipo de suelo.

El inventario de vegetación fue visto desde dos enfoques taxonómico y funcional para luego realizar la determinación del tipo de pastizal y se inicia la delimitación de las unidades de pastizal según una leyenda preliminar, en función a los criterios y conceptos para la clasificación del tipo de pastizal.

### **3.5. EVALUACIONES REALIZADAS**

La metodología del experimento y el procedimiento que se empleó para medir y evaluar las variables de respuesta en el presente trabajo de investigación fueron:

#### **3.5.1. CAPACIDAD DE USO MAYOR (CUM)**

La capacidad de uso mayor de las tierras se determinó mediante técnicas de interpretación visual de la imagen Satélite proporcionado por MF\_CUM. shp (Datasets, Layers and Results), identificando las categorías Grupo (Tipo de tierra), Clase (Calidad agrologica) y Subclase (Limitaciones dominantes), utilizando el SIG (ArcGIS 10.2), en donde se determinaron las unidades territoriales identificando las áreas (ha) y el porcentaje (%) en cada categoría.

#### **3.5.2. USO ACTUAL DE TIERRAS (UAT)**

El uso actual de tierras se determinó mediante técnicas de interpretación visual de la imagen Satélite proporcionado por MF\_UAT. shp (Datasets, Layers and Results), identificando la clasificación de uso utilizando el SIG (ArcGIS 10.2), en donde se determinaron las unidades territoriales identificando las áreas (ha) y el porcentaje (%) en cada en cada categoría.

### 3.6.3. AGROSTOLOGIA

#### 3.6.3.1. Composición florística

Para determinar la composición florística de la pradera se usó el método de transecto al paso, que consiste en la evaluación cada 1 m cuidando de colocar el anillo censador (3/4) de pul (22.5 mm), en la punta del zapato y se registra lo que contiene el anillo, obtenido 100 observaciones. Las anotaciones se registraron en un formulario especial llamado formato de transecto al paso, describiendo cada especie con una clave, mantillo (M), musgo (L), suelo desnudo (D), roca (R), pavimento de erosión y piedra (P), realizando una evaluación por sitio con la información obtenida por los registros de campo, se realizó el conteo con el programa Excel, clasificando así las especies por: deseables, poco deseables, indeseables y sin valor forrajero. Se determinó la composición florística utilizando la siguiente fórmula:

$$CF (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos de una especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de observaciones}} \times 100$$

#### 3.6.1.2. Cobertura vegetal

El porcentaje de la cobertura vegetal se estimó por el método de los puntos en línea, considerando la suma de especies deseables, poco deseables e indeseables, utilizando la siguiente fórmula:

$$CV (\%) = \frac{\text{Suma total de especies deseables, poco deseables e indeseables}}{\text{Total de numero de toques}} \times 100$$

### 3.6.4. CONDICIÓN DE PASTIZAL

Para la determinación de la condición de pastizal (C.P.) se determinó con la sumatoria de los puntajes parciales del índice de especies decrecientes (ED), índice forrajero (IF), índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (B-R-P) e índice de vigor (IV) se obtendrá el puntaje total, que tiene cada sitio del pastizal por especie animal en pastoreo. El valor del índice se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$C.P. = 0.5 (ED \%) + 0.2 (IF \%) + 0.2 (100 - B R P) + 0.1 (IV \%)$$

#### 3.6.4.1. Índice de especies decrecientes (ED)

Este índice se calculó la sumatoria de la frecuencia porcentual de especies botánicas forrajeras de mayor palatabilidad para cada especie animal en pastoreo.

#### 3.6.4.2. Índice forrajero (IF)

El índice forrajero (IF), se obtuvo sumando la frecuencia porcentual de las especies decrecientes y las especies acrecentantes de cada sitio de la vegetación existente- El puntaje se calculó a través de la siguiente relación:

$$IF = \text{Especies Deseables} + \text{Especies Poco Deseables} + \text{Especies Indeseables}$$

#### 3.6.4.3. Índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P)

El índice de suelo desnudo (D-R-P), se determinó sumando los valores de la frecuencia porcentual del suelo desnudo, mantillo, roca y pavimento de erosión en cada sitio de pastoreo; siendo este índice como un valor indirecto de la medida de la cobertura del suelo y el grado de erosión de los sitios de pastoreo de la pradera. Este cálculo se mediante la siguiente relación:

(D-R-P) = Mantillo + Suelo desnudo + Roca + Pavimento Erosión

#### 3.6.4.4. Índice de vigor (IV)

El Índice de vigor (IV), de los pastos naturales por sitio se midió con una cinta métrica desde el ras de la superficie del suelo hasta la parte terminal del tallo donde se inserta la inflorescencia, efectuando la evaluación de las especies dominantes midiendo 10 pastizales nativos dentro de cada área de evaluación, utilizando la siguiente fórmula:

$$IV = \frac{\text{Altura promedio de una especie (cm)}}{\text{Altura máxima de la misma especie (cm)}} \times 100$$

#### 3.6.5. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

El rendimiento de materia seca, se realizó con el método de cosecha, con el instrumento denominado cuadrante  $m^2$  (0.5 m x 0.5 m), se realizó la cosecha al ras del suelo con una tijeras, las muestras de cosecha se pusieron en bolsas de plásticas con su respectivas etiquetas, se procedió al pesado y secado de muestras de forraje verde que se obtuvieron por cada sitio de estudio, se secaron en una estufa eléctrica a una temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 48 horas, pasado este tiempo se retiraron las muestras y se pesaron inmediatamente, luego por diferencia del peso en materia verde y materia seca, se determinó el porcentaje de humedad (H) y porcentaje de materia seca (MS), para los cálculos se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$H (\%) = \frac{\text{Peso de materia verde} - \text{Peso de materia seca}}{\text{Peso de materia verde}} * 100$$

$$MS (\%) = 100 - H (\%)$$

### 3.6.6. DETERMINACIÓN DE CARGA ANIMAL ÓPTIMA

Se realizó la evaluación en cada sitio de estudio, para la determinación de carga animal óptima (CAO) se midió la disponibilidad de materia seca de por hectárea año (DMSH), también conocer el factor de uso apropiado para praderas nativas (50 %) y el consumo de materia seca por unidad animal kg MS/año, utilizando la siguiente fórmula:

$$CAO = \frac{\text{Disponibilidad de materia seca kg/ha/año} * \text{Factor de uso apropiado}}{\text{Consumo de materia de unidad animal kg/año}}$$

### 3.6.7. DETERMINACIÓN DE POTENCIAL PECUARIO

Se realizó la evaluación en cada sitio de estudio, para la determinación de potencial pecuario (P.P.) con el modelamiento de aptitud pecuaria con súper posición de capas de estudios temáticos mediante la evaluación de condición de capacidad de carga animal (CUM), uso actual de tierras (UAT), agrostología (A) y carga animal óptima (CAO),

Utilizando la siguiente fórmula:

$$P.P = \frac{\text{Condición (CUM)} + \text{Condición (UAT), Condición (A)} + \text{Condición (CAO)}}{\text{Numero de condiciones evaluadas}}$$

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. CAPACIDAD DE USO MAYOR (CUM)

En la tabla 8, muestra el sistema de clasificación de las tierras según la Capacidad de Uso Mayor, establecido en el reglamento de la clasificación de tierras (Decreto Suprema N° 017-2009-AG). Mostrando el área de estudio de las 4010 ha, se encontró que 1794.24 ha, eran tierras aptas para cultivos en limpio (A), correspondiendo el 44.74 %. Mediante el estudio de las categorías agrostológica mostro tres evaluaciones y sus descripciones:

**A3sc**, es tierras aptas para cultivos en limpio (A), con una calidad agrostológica baja, con limitaciones de Suelo y Clima. Con una superficie de 101.1 ha, que corresponde el 2.52 % del área estudiada, conformada por suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura media, de drenaje moderado a bueno, libre de sales, de reacción moderadamente ácida.

**A3sc-P3sc**, es tierras aptas para cultivos en limpio (A) y pastos (P), con una calidad agrostológica baja, con limitaciones de Suelo y Clima. Con una superficie de 1359.07 ha, que corresponde 33.89 % del área estudiada, conformada por el drenaje moderado a bueno, libre de sales, de reacción moderadamente ácida.

**A3swc-P3swc**, es tierras aptas para cultivos en limpio (A) y pastos (P), con una calidad agrostologica baja, con limitaciones de Suelo, Drenaje y Clima. Con una superficie de 333.95 ha, que corresponde al 8.33 % del área estudiada, conformada por una pendiente ligeramente inclinada.

**Tabla 8.** Capacidad de Uso Mayor de tierras aptas para cultivos en limpio (A)

CATEGORÍAS								
GRUPO			CLASE			SUBCLASE		
(Tipo de tierra)			(Calidad agrologica)			(Limitaciones dominantes)		
Sím- bolo	Ha	% de área	Sím- bolo	ha	% de área	Símbolo	Ha	% de área
						A3sc	101.22	2.52
A	1794.24	44.74	A3	1794.24	44.74	A3sc-P3sc	1359.07	33.89
						A3swc-P3swc	333.95	8.33

Fuente: ZEE-OT, 2012.

En la tabla 9, muestra el área de estudio de las 4010 ha, se encontró que 1727.74 ha, eran tierras aptas para pastos (P), correspondiendo el 43.08 %, requiriendo prácticas intensivas de manejo y conservación para permitir una actividad pecuaria económicamente rentable. Mediante el estudio de las categorías agrologica mostro tres evaluaciones y sus descripciones:

**P3swc**, es tierras aptas para pastos (P), con una calidad agrologica baja, con limitaciones de Suelo, Drenaje y Clima. Con una superficie de 17.76 ha, que corresponde el 0.44 % del área estudiada, conformada por agrupaciones de suelos, drenaje y clima con características propias de la clase respectiva.

**P3swic**, es tierras aptas para pastos (P), con una calidad agrologica baja, con limitaciones de Suelo, Drenaje, Riesgo de inundación y Clima. Con una superficie de

1432.17 ha, que corresponde 35.71 % del área estudiada, conformado por suelos moderadamente profundos, de textura muy fino, de drenaje perfecto a alto.

**P3swic-A3swic**, es tierras aptas para pastos (P) y cultivos en limpio (A), con una calidad agrostologica baja, con limitaciones de Suelo, Drenaje, Riesgo de inundación y Clima. Con una superficie de 277.84 ha, que representa 6.93 % del área estudiada, conformado por suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura media a muy fino, de drenaje imperfecto a pobre y de reacción ligeramente moderadamente ácido a neutro.

**Tabla 9.** Capacidad de Uso Mayor de tierras aptas para pastos (P)

CATEGORÍAS								
GRUPO			CLASE			SUBCLASE		
(Tipo de tierra)			(Calidad agrologica)			(Limitaciones dominantes)		
Sím-bolo	Ha	% de área	Sím-bolo	Ha	% de área	Símbolo	Ha	% de área
						P3swc	17.73	0.44
<b>P</b>	1727.74	43.08	<b>P3</b>	1727.74	43.08	P3swic	1432.17	35.71
						P3swic-A3swic	277.84	6.93

Fuente: ZEE-OT, 2012.

En la tabla 10, muestra el área de estudio de las 4010 ha, se encontró que 343.6 ha, eran tierras aptas para producción forestal (F), correspondiendo el 8.57 %. Mediante el estudio de las categorías agrostologica mostro tres evaluaciones y sus descripciones:

**F3sec**, es tierras aptas para producción forestal (F), con una calidad agrostologica baja, con limitaciones de Suelo, Riesgo de Erosión y Clima. Con una superficie de 343.6 ha, que representa 8.57 % del área estudiada, conformado por suelos superficiales a

moderadamente profundos, de textura media a moderadamente fina, de drenaje bueno a pobre, y de reacción moderadamente ácida a neutra.

**Tabla 10.** Capacidad de Uso Mayor de tierras de forestación (F)

CATEGORÍAS								
GRUPO			CLASE			SUBCLASE		
(Tipo de tierra)			(Calidad agrologica)			(Limitaciones dominantes)		
Sím- bolo	Ha	% de área	Sím- bolo	ha	% de área	Símbolo	ha	% de área
<b>F</b>	343.6	8.57	<b>F3</b>	343.6	8.57	F3sec	343.6	8.57

Fuente: ZEE-OT, 2012.

En la tabla 11, muestra el área de estudio de las 4010 ha, se encontró que 118.52 ha, eran tierras de protección (X), correspondiendo el 2.96 %. Mediante el estudio de las categorías agrologica mostro tres evaluaciones y sus descripciones:

**Xcl**, es tierras de protección (X), con limitaciones de Clima y Sales. Con una superficie de 17.00 ha, que corresponde el 0.42 % del área estudiada.

**Xe**, es tierras de protección (X), con limitaciones de Riesgo de Erosión. Con una superficie de 4.31 ha, que corresponde el 0.11 % del área estudiada.

**Xec**, es tierras de protección (X), con limitaciones de Riesgo de Erosión y Suelo. Con una superficie de 97.21 ha, que corresponde el 2.42 % del área estudiada. Conformado por áreas de construcciones rurales (cabañas y caseríos), quedando relegados a otros propósitos. Con áreas misceláneas ocupadas por caja de río, lagunas, meandros abandonados y colinas no aptas para riego.

**Tabla 11.** Capacidad de Uso Mayor de tierras de protección (X)

CATEGORÍAS					
GRUPO			SUBCLASE		
(Tipo de tierra)			(Limitaciones dominantes)		
Símbolo	Ha	% de área	Símbolo	ha	% de área
X	118.52	2.96	Xcl	17	0.42
			Xe	4.31	0.11
			Xec	97.21	2.42

Fuente: ZEE-OT, 2012.

En la Tabla 12, muestra la agrupación de tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso: tierras aptas para cultivos en limpio (A) con 1794.24 ha (44.74 %); tierras aptas para pastos (P) con 1727.74 ha (43.08 %); tierras aptas para producción forestal (F) con 343.60 ha (8.57 %) y tierras de protección (X) con 118.52 ha (2.95 %), de acuerdo a ZEE-OT, 2012.

**Tabla 12.** Distribución de las clases de Capacidad de Uso Mayor

CATEGORÍAS					
GRUPO	CLASE	Subclase	Área ha	% del área	Condición
(Tipo de tierra)	(Calidad agrologica)	(Limitaciones dominantes)			
Tierras aptas para cultivos en limpio (A)	Baja	A3sc	101.22	2.52	Bueno
	Baja	A3sc-P3sc	1359.07	33.89	Bueno
	Baja	A3swc-P3swc	333.95	8.33	Excelente
Tierras aptas para producción forestal (F)	Baja	F3sec	343.6	8.57	Regular
Tierras aptas para pastos (P)	Baja	P3swc	17.73	0.44	Bueno
	Baja	P3swic	1432.17	35.71	Bueno
	Baja	P3swic-A3swic	277.84	6.93	Bueno
Tierras de protección (X)	Baja	Rio	6.14	0.15	---
	Baja	X° (Lg)	20.31	0.51	---
	Baja	Xcl	17.00	0.42	Pobre
	Baja	Xe	4.31	0.11	Pobre
	Baja	Xec	97.21	2.42	Pobre
<b>TOTAL</b>			<b>4010.55</b>	<b>100.00</b>	<b>Bueno</b>

En la figura 5, se identificó, delimito y represento cartográficamente la identificación del potencial pecuario utilizando SIG y Teledetección. Agrupando las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso:

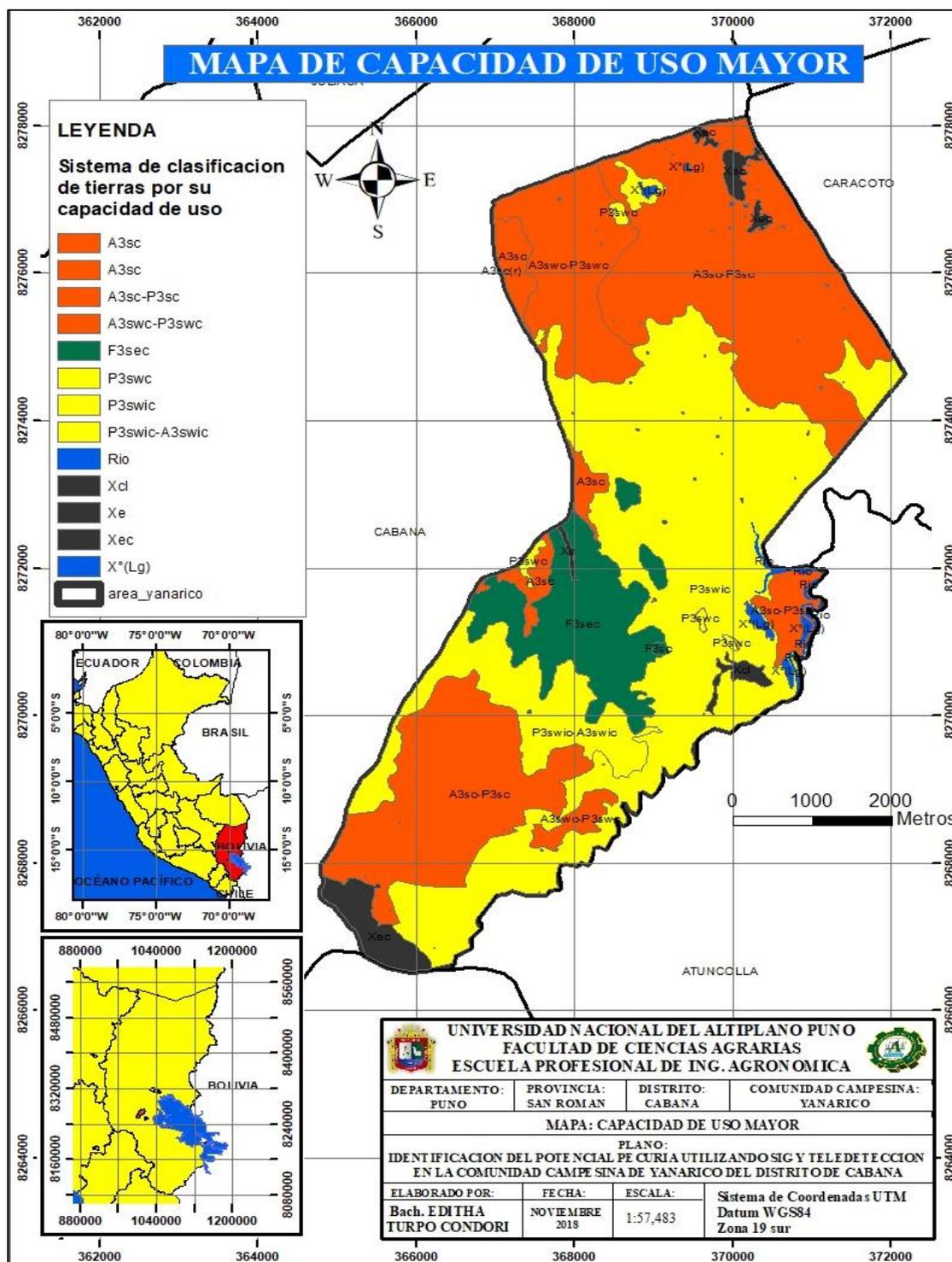


Figura 5. Mapa de capacidad de uso mayor tierras

Fuente: ZEE-OT, 2012.

Estos resultados son comparados con Franco (2018), en la micro cuenca del río Ticaraya, cuyos resultados son: tierras aptas para cultivo en limpio (A) 593.43 ha (24.03 %), grupo de producción forestal (F) con 171.93 ha (6.96 %), grupo miceláneo (M) con 46.29 ha (1.87 %), grupo de pastos naturales (P) con 568.07 ha (22.99 %), el grupo protección (X) de 858.96 ha (34.77 %) y finalmente la asociación de cultivos en limpio y forestal (A-F) con 232.06 ha (9.39 %). Estos datos nos muestran la diferencia del área de cultivo en limpio (A), de 21.51 % mayor que el área de estudio, en producción forestal (F) de 1.61 % menor que el área de estudio, en pastos naturales (P) de 13.16 % menor que el área de estudio, en grupo de protección (X) de 31.16 % mayor que el área de estudio; estos resultados muestran que la comunidad de Yanarico cuenta con mayor capacidad de uso con el grupo asociado de cultivos en limpio y pasto (A-P) del 49.14 % y que el área de protección (X) es muy baja de 3.61 %.

#### 4.2. USO ACTUAL DE TIERRAS (UAT)

En la tabla 13, muestra la información correspondiente a la metodología de clasificación de uso actual de tierras, al reglamento de la Unión Geográfica Internacional (UGI), cuya unidad cartográfica corresponde a usos; agrícolas, naturales y servicios ambientales (utilizadas con edificaciones de vivienda, locales, comunales, caminos vecinales, etc.) mostrando: Terrenos con cultivo limpio en cereales de 1045.92 ha (26.08 %), mostrando los cultivos: quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y cebada (*Hordium vulgare L.*), con una condición “Excelente”; Terrenos con cultivo limpio en tubérculos, con una extensión de 11.96 ha (0.30 %), mostrando el cultivo: papa (*Solanum tuberosum L.*), con una condición “Excelente”; Terrenos de mosaico de cultivos, con una extensión de 299.11 ha (7.46 %), mostrando en cultivos tenemos la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), cebada (*Hordium vulgare L.*). En pastos: chiji (*Muhlenbergia fastigiata*), crispillo

(*Calamagrostis rígida*), canlli (*Margiricarpus pinnatus*) y (*Adesmia spinosissima*), con una condición “Bueno”; Terrenos de mosaico pastos y cultivos, con una extensión de 757.25 ha (18.88 %), mostrando en pastos: chiji (*Muhlenbergia fastigiata*), crispillo (*Calamagrostis rígida*), canlli (*Margiricarpus pinnatus*) y (*Adesmia spinosissima*), con una condición “Bueno”; Tierras Pajonal denso chilligua “*Festuca dollichofilla*” de 613.22 ha (15.29 %), con una condición “Regular”; Tierras Pajonal semi denso chilligua “*Festuca dollichofilla*” de 556.39 ha (13.87 %), con una condición “Regular”; Tierras Pajonal semi denso ichu “*Stipa ichu*” de 49.45 ha (1.23 %), con una condición “Regular”; Tierras Pajonal abierta de chilligua “*Festuca dollichofilla*” y crispillo “*Calamagrostis rígida*” de 280.24 ha (6.99 %), con una condición “Buena”; Tierras Pajonal denso chiji “*Muhlenbergia fastigiata*” de 162.85 ha (4.06 %), con una condición “Buena”; Tierras Pajonal semi denso chiji “*Muhlenbergia fastigiata*” de 130.03 ha (3.24 %), con una condición “Regular”; Tierras desnudas (áreas erosionadas, naturales y degradadas) de 77.68 ha (1.94 %), con un condición “Pobre”; Ríos de 50 metros de 6.14 ha (0.15 %); lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales de 20.31 ha (0.51 %).

**Tabla 13.** Categoría y condición de uso actual de tierras

Categoría de uso actual de tierras	Área ha.	% de área	Condición
Terrenos con cultivos en limpio cereales	1045.92	26.08	Excelente
Terrenos con cultivos en limpio tubérculos	11.96	0.30	Excelente
Terrenos de mosaico de cultivos	299.11	7.46	Excelente
Terrenos de mosaico pastos y cultivos	757.26	18.88	Bueno
- Tierras Pajonal denso (chilligua)	613.22	15.29	Regular
- Tierras Pajonal semi denso (chilligua)	556.39	13.87	Regular
- Tierras Pajonal semi denso (ichu)	49.45	1.23	Regular
- Tierras Pajonal abierto (chilligua-crespillo)	280.24	6.99	Bueno
- Tierras Pastizal denso (chiji)	162.85	4.06	Bueno
- Tierras Pastizal semi denso (chiji)	130.03	3.24	Regular
Tierras desnudas (áreas erosionadas, naturales y degradadas)	77.68	1.94	Pobre
Ríos (50 m)	6.14	0.15	-----
Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales	20.31	0.51	-----
<b>ÁREA TOTAL DE YANARICO</b>	<b>4010.56</b>	<b>100.00</b>	<b>BUENO</b>

En la figura 6, muestra la identificación, delimitación y representando cartográficamente la distribución espacial de las principales categoría de uso actual de tierras en la comunidad campesina de Yanarico.

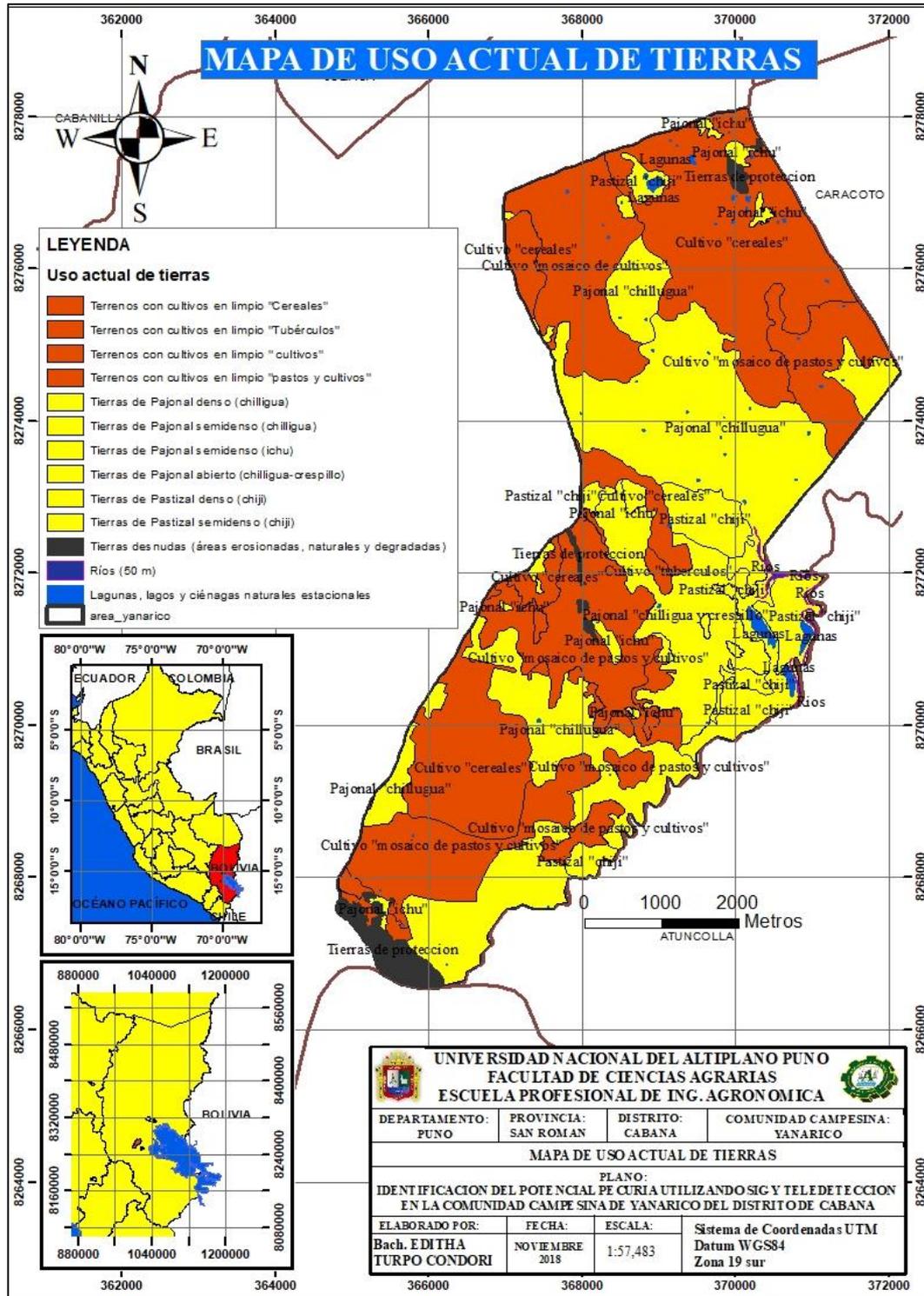


Figura 6. Mapa de Uso Actual de Tierras

Estos resultados son comparados con Franco P. (2018), en la micro cuenca del río ticaraya, cuyos resultados son tierras afloramiento lítico 630.69 ha (25.53 %), bofedal 200.49 ha (8.12 %), cuerpo de agua 126.14 ha (5.11 %), cultivos altoandinos 381.48 ha (15.44 %), erosión 17.60 ha (0.71 %), pajonal de chilligua 187.39 ha (7.58 %), pajonal de ichu 107.69 ha (4.36 %), servicios ambientales 46.29 ha (1.87 %), sistema agroforestal (A-F) 353.55 ha (14.31 %), tierras con vegetación escasa 296.89 ha (12.02 %), tierras en descanso 58.71 ha (2.38 %), tierras hidromórficas 53.55 ha (2.58 %). Estos datos nos muestran que la comunidad de Yanarico cuenta con un uso actual de tierras de pajonales semi denso y denso de (chilligua-crepillo, chiji y ichu) con el 63.56 % y con tierras desnudas (áreas erosionadas, naturales y degradadas) de solo el 1.94 %, mostrando que cuenta con un potencial pecuario

### **4.3. EVALUACIÓN AGROSTOLÓGICA**

#### **4.3.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN LA PALATABILIDAD EN LA ESPECIE “VACUNA”**

En la tabla 14, se observa la composición florística en base a la palatabilidad en vacunos, en la zona de estudio se lograron identificar 24 especies vegetales donde se clasificó en deseables (D), poco deseables (PD) e indeseables (I), las especies encontradas fueron:

#### **DESEABLES (ED)**

Las especies deseables constituye el 53.00 %, conformado en su mayoría por especies perennes, de sistemas radiculares profundos, requieren de un manejo cuidadoso. Las tres especies más abundantes fueron: *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Paspalum pigmacum*, con un total de 10 especies reconocidas.

**POCO DESEABLES (PD)**

Las especies poco deseables constituye el 14.6 %, conformado por especies de importancia secundaria en el campo de buena condición, son menos palatables pero más resistentes al pastoreo. Las tres especies más abundantes para vacunos fueron: *Verbena litoralis*, *Calamagrotis vicunarum*, *Taraxacum officinales*, con un total de 11 especies reconocidas.

**INDESEABLES (I)**

Las especies indeseables constituye el 6.2 %, conformado por especies no palatables en campos sobre pastoreados. Las especies encontradas fueron: *Eleocharis albibrecteata*, *Austrocylindropuntia subulata* y *Solanum acaule* con un total de 3 especies reconocidas.

**Tabla 14.** Composición florística en palatabilidad en especie “Vacuna”

ESPECIES	NOMBRE COMUN	Composición florística (%)							Palatabilidad en vacunos
		Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sum a	Pro m.	
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	"Chiji"	34	52	14	11	29	140	28	D
<i>Trifolium amabile</i>	"Layo"	4	6	1	0	0	11	2.2	D
<i>Festuca dolichophylla</i>	"Chilligua"	9	3	12	24	23	71	14.2	D
<i>Hypochoires sp.</i>	"Pilli"	9	2	3	0	4	18	3.6	D
<i>Scirpus rigidus</i>	"Totorilla"	0	7	3	3	0	13	2.6	D
<i>Bromus unioloides</i>	"Cebadilla"	0	1	0	0	1	2	0.4	D
<i>Paspalum pigmacum</i>	"Sara sara"	0	0	1	1	0	2	0.4	D
<i>Carex ecuadorica</i>	"Qoran qoran"	0	0	1	0	1	2	0.4	D
<i>Chenopodium pallidicaule</i>	"Cañihua"	0	0	1	0	0	1	0.2	D
<i>Sporobolus poirettii</i>	"Pasto fuerte"	0	0	5	0	0	5	1	D
<b>Sub total</b>		<b>56</b>	<b>71</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>58</b>	<b>265</b>	<b>53.0</b>	<b>D</b>
<i>Alchemilla pinnata</i>	"Sillu sillu"	0	0	2	0	6	8	1.6	PD

<i>Stipa mucronata</i>	"Stimu"	0	0	4	0	0	4	0.8	PD
<i>Verbena litoralis</i>	"Verbena"	4	4	0	0	5	13	2.6	PD
<i>Taraxacum officinales</i>	"Diente de leon"	3	1	1	1	0	6	1.2	PD
<i>Calamagrotis vicunarum</i>	"Crespillo"	4	0	2	18	2	26	5.2	PD
<i>Adesmia spinosissima</i>	"Canlle"	0	0	3	0	0	3	0.6	PD
<i>Stipa ichu</i>	"Sicuya ichu"	0	0	0	3	0	3	0.6	PD
<i>Bidens andicola</i>	"Mishiko"	0	0	2	0	0	2	0.4	PD
<i>Hordeum muticum</i>	"Cola de ratón"	0	0	3	0	0	3	0.6	PD
<i>Verbena microfila</i>	"Vemi"	0	0	2	0	0	2	0.4	PD
<i>Boteola simplex</i>	"Cola del zorro"	1	2	0	0	0	3	0.6	PD
<b>Sub total</b>		<b>12</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>73</b>	<b>14.6</b>	<b>PD</b>
<i>Eleocharis albibrecteata</i>	"Q'uemillo"	0	0	2	10	13	25	5	I
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	"Pata quiska"	0	0	1	0	0	1	0.2	I
<i>Solanum acaule</i>	"Apharo papa"	0	0	5	0	0	5	1	I
<b>Sub total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>31</b>	<b>6.2</b>	<b>I</b>
Mantillo		17	5	13	11	3	49	9.8	Sin valor
Suelo desnudo		15	17	19	18	13	82	16.4	Sin valor
Roca		0	0	0	0	0	0	0	Sin valor
Pavimento erosión		0	0	0	0	0	0	0	Sin valor
<b>Sub total</b>		<b>32</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>131</b>	<b>26.2</b>	<b>Sin valor</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>100</b>	

Las especies vegetales de mayor importancia para el tipo de vegetación pajonal, en la palatabilidad en vacunos fueron: "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*) y "Sara sara" (*Paspalum pigmacum*), en toda el área de estudio se encontró que los pajonales eran usados de manera desigual ya que en ciertas áreas se encontraban sobre pastoreados con plantas carentes de vigor, mantillo y suelo desnudo. Especialmente las más elevadas y de alta pendiente, se encontraron pajonales sobre pastoreados, es decir con un alto grado de degradación.

#### 4.3.2. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN LA PALATABILIDAD EN LA ESPECIE “OVINA”

En la tabla 15, se observa la composición florística en base a la palatabilidad en ovinos, en la zona de estudio se lograron identificar 24 especies vegetales donde se clasificó en deseables (D), poco deseables (PD) e indeseables (I), las especies encontradas fueron:

##### **DESEABLES (ED)**

Las especies deseables constituye el 38.2 %, conformado en su mayoría por especies perennes, de sistemas radiculares profundos, requieren de un manejo cuidadoso. Las tres especies más abundantes fueron: *Muhlenbergia fastigiata*, *Trifolium amabile* y *Carex ecuadorica*, con un total de 9 especies reconocidas.

##### **POCO DESEABLES (PD)**

Las especies poco deseables constituye el 29.60 %, conformado por especies que tuvieron una importancia secundaria en el campo de buena condición, son menos palatables pero más resistentes al pastoreo. Las tres especies más abundantes para vacunos fueron: *Festuca dolichophylla*, *Eleocharis albibrecteata* y *Scirpus rigidus*, con un total de 11 especies reconocidas.

##### **INDESEABLES (I)**

Las especies indeseables constituye el 6.00 %, conformado por especies no palatables en campos sobre pastoreados. Las especies encontradas fueron: *Calamagrotis vicunarum*, *Boteola simplex* y *Austrocylindropuntia subulata*, con un total de 3 especies reconocidas.

**Tabla 15.** Composición florística en palatabilidad en especie “Ovina”

ESPECIES	NOMBRE COMUN	Composición florística (%)							Palatabilidad en ovinos
		Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sum a	Pro m.	
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	"Chiji"	34	52	14	11	29	140	28	D
<i>Trifolium amabile</i>	"Layo"	4	6	1	0	0	11	2.2	D
<i>Hypochoires sp.</i>	"Pilli"	9	2	3	0	4	18	3.6	D
<i>Bromus unioloides</i>	"Cebadilla"	0	1	0	0	1	2	0.4	D
<i>Alchemilla pinnata</i>	"Sillu sillu"	0	0	2	0	6	8	1.6	D
<i>Carex ecuadorica</i>	"Qoran qoran"	0	0	1	0	1	2	0.4	D
<i>Chenopodium pallidicaule</i>	"Cañihua"	0	0	1	0	0	1	0.2	D
<i>Taraxacum officinales</i>	"Diente de leon"	3	1	1	1	0	6	1.2	D
<i>Hordeum muticum</i>	"Cola de ratón"	0	0	3	0	0	3	0.6	D
<b>Sub total</b>		<b>50</b>	<b>62</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>41</b>	<b>191</b>	<b>38.2</b>	<b>D</b>
<i>Festuca dolichophylla</i>	"Chilligua"	9	3	12	24	23	71	14.2	PD
<i>Scirpus rigidus</i>	"Totorilla"	0	7	3	3	0	13	2.6	PD
<i>Paspalum pigmacum</i>	"Sara sara"	0	0	1	1	0	2	0.4	PD
<i>Eleocharis albibrecteata</i>	"Q'uemillo"	0	0	2	10	13	25	5	PD
<i>Stipa mucronata</i>	"Stimu"	0	0	4	0	0	4	0.8	PD
<i>Verbena litoralis</i>	"Verbena"	4	4	0	0	5	13	2.6	PD
<i>Sporobolus poiretii</i>	"Pasto fuerte"	0	0	5	0	0	5	1	PD
<i>Adesmia spinosissima</i>	"Canlle"	0	0	3	0	0	3	0.6	PD
<i>Stipa ichu</i>	"Sicuya ichu"	0	0	0	3	0	3	0.6	PD
<i>Bidens andicola</i>	"Mishiko"	0	0	2	0	0	2	0.4	PD
<i>Verbena microfila</i>	"Vemi"	0	0	2	0	0	2	0.4	PD
<i>Solanum acaule</i>	"Apharo papa"	0	0	5	0	0	5	1	PD
<b>Sub total</b>		<b>13</b>	<b>14</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>148</b>	<b>29.6</b>	<b>PD</b>
<i>Calamagrotis vicunarum</i>	"Crespillo"	4	0	2	18	2	26	5.2	I
<i>Boteola simplex</i>	"Cola del zorro"	1	2	0	0	0	3	0.6	I
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	"Pata quiska"	0	0	1	0	0	1	0.2	I
<b>Sub total</b>		<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>I</b>
Mantillo		17	5	13	11	3	49	9.8	Sin valor
Suelo desnudo		15	17	19	18	13	82	16.4	Sin valor
Roca		0	0	0	0	0	0	0	Sin valor
Pavimento erosión		0	0	0	0	0	0	0	Sin valor
<b>Sub total</b>		<b>32</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>131</b>	<b>26.2</b>	<b>Sin valor</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	<b>100</b>	

Las especies vegetales de mayor importancia para el tipo de vegetación pajonal, en la palatabilidad en ovinos fueron: "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), "Layo" (*Trifolium amabile*) y "Qoran qoran" (*Carex ecuadorica*), en toda el área de estudio se encontró que los pajonales son usados de manera desigual ya que en ciertas áreas se encontraban sobre pastoreados con plantas carentes de vigor, mantillo y suelo desnudo.

#### 4.3.3. ÍNDICE DE VIGOR

En la tabla 16, muestra el índice de vigor de especies vegetales más dominantes dentro de cada sitio en estudio, considerando 3 especies vegetales las dominantes dentro de cada sitio en estudio, respaldado por Tapia N. y Flores O. (1984), que indican que la distribución de las lluvias influye en el crecimiento de los pastos naturales. Además Choque (1993), manifiesta que la altura de especies vegetales de "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), es de 30 a 90 cm y en "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), es de 5 a 10 cm, describiéndola según el sitio:

En el **sitio 1**, las especies vegetales más dominantes fueron: "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), mostrando estar en el rango de crecimiento, "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), mostrando estar en el rango de crecimiento y "Pilli" (*Hypochoires sp*), con el 70.79 % de índice de vigor. En el **sitio 2**, las especies vegetales más dominantes fueron: "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), mostrando estar en el rango de crecimiento, "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), mostrando estar en el rango de crecimiento y "Cebadilla" (*Bromus unioloides*) con el 79.55 % de índice de vigor. En el **sitio 3**, las especies vegetales más dominantes fueron: "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), mostrando estar en el rango de crecimiento, "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), mostrando no estar dentro del rango de crecimiento y "Cola de ratón" (*Hordeum muticum*) con el 77.04 % de índice de vigor;

En el **sitio 4**, las especies vegetales más dominantes fueron: "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), mostrando estar en el rango de crecimiento, "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), mostrando no estar dentro del rango de crecimiento y "Totorilla" (*Scirpus rigidus*) con el 53.09 % de índice de vigor. En el **sitio 5**, las especies vegetales más dominantes fueron: "Chilligua" (*Festuca dolichophylla*), mostrando no estar dentro del rango de crecimiento, "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*), mostrando no estar dentro del rango de crecimiento) y "Pilli" (*Hypochoires sp*) con el 62.94 % índice de vigor.

Los resultados de índice de vigor, muestran que los pajonales son usados de manera desigual ya que en ciertas áreas se encontraban sobre pastoreados, con especies vegetales carentes de vigor (plantas muy pequeñas, de porte bajo, casi al ras del piso). Especialmente en las más elevadas y de alta pendiente.

**Tabla 16.** Índice de Vigor de especies dominantes

Sitio	Especies evaluadas	ESPECIES DOMINANTES (cm)										Prom. (cm)	Altura max. (cm)	Índice de vigor (%)	Prom. de vigor (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Chilligua	62.0	10.0	65.0	80.0	80.0	15.0	65.0	70.0	60.0	0.0	<b>50.7</b>	80	<b>63.4</b>	<b>70.8</b>
	Chiji	5.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	<b>3.2</b>	5	<b>64</b>	
	Pilli	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	2.0	4.0	4.0	3.0	<b>3.4</b>	4	<b>85</b>	
2	Chilligua	55.0	45.0	50.0	54.0	47.0	49.0	52.0	48.0	50.0	52.0	<b>50.2</b>	55	<b>91.3</b>	<b>79.6</b>
	Chiji	6.0	6.0	3.0	6.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	<b>3.8</b>	6	<b>63.3</b>	
	Cebadilla	40.0	38.0	39.0	35.0	42.0	25.0	32.0	36.0	38.0	28.0	<b>35.3</b>	42	<b>84.1</b>	
3	Chilligua	35.0	23.0	50.0	55.0	30.0	60.0	40.0	20.0	36.0	60.0	<b>40.9</b>	60	<b>68.2</b>	<b>77.0</b>
	Chiji	4.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	3.0	4.0	<b>4.6</b>	6	<b>76.7</b>	
	Cola de ratón	28.0	26.0	35.0	30.0	27.0	32.0	33.0	29.0	30.0	32.0	<b>30.2</b>	35	<b>86.3</b>	
4	Chilligua	70.0	20.0	35.0	20.0	25.0	50.0	35.0	15.0	10.0	20.0	<b>30</b>	70	<b>42.9</b>	<b>53.1</b>
	Chiji	2.0	2.0	2.0	4.0	3.0	6.0	3.0	4.0	2.0	2.0	<b>3</b>	6	<b>50</b>	
	Totorilla	25.0	8.0	8.0	20.0	15.0	22.0	15.0	25.0	10.0	18.0	<b>16.6</b>	25	<b>66.4</b>	
5	Chilligua	5.0	15.0	25.0	8.0	10.0	35.0	35.0	15.0	15.0	15.0	<b>17.8</b>	35	<b>50.9</b>	<b>62.9</b>
	Chiji	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	4.0	3.0	1.5	2.0	<b>2.65</b>	4	<b>66.3</b>	
	Pilli	2.0	2.0	3.0	2.5	3.5	1.8	2.5	3.0	2.0	2.8	<b>2.51</b>	3.5	<b>71.7</b>	

#### 4.3.4. CONDICIÓN DE PASTIZAL PARA LA ESPECIE “VACUNA”

En la tabla 17, se observa los parámetros de evaluación de condición del pastizal, considerando la palatabilidad en vacunos, observando:

El sitio 1 muestra el índice de especies deseables (ED) de 56.00 %, el índice forrajero (IF) de 70.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 32.00 % y en el índice de vigor (IV) 70.79 %, con un puntaje de 62.68 %, mostrando una condición de pastizal “Buena”.

El sitio 2 muestra el índice de especies deseables (ED) de 71.00 %, el índice forrajero (IF) de 78.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 22.00 % y en el índice de vigor (IV) 79.55 %, con un puntaje de 74.66 %, mostrando una condición de pastizal “Buena”.

El sitio 3 muestra el índice de especies deseables (ED) de 41.00 %, el índice forrajero (IF) de 68.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 32.00 % y en el índice de vigor (IV) 77.04 %, con un puntaje de 55.40 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”.

El sitio 4 muestra el índice de especies deseables (ED) de 39.00 %, el índice forrajero (IF) de 61.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 29.00 % y en el índice de vigor (IV) 53.09 %, con un puntaje de 51.21 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”.

El sitio 5 muestra el índice de especies deseables (ED) de 58.00 %, el índice forrajero (IF) de 84.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 16.00 % y en el índice de vigor (IV) 62.94 %, con un puntaje de 68.89 %, mostrando una condición de pastizal “Buena”.

Los resultados de condición de pastizal de la comunidad campesina de Yanarico, ubicado a 3825 - 3900 msnm, distrito de Cabana, provincia San Román y departamento de Puno, muestra que para la especie vacuna el índice de especies deseables (ED) de 53.00 %, el índice forrajero (IF) de 72.2 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 26.2 % y en el índice de vigor (IV) 68.68 %, con un puntaje de 51.21 %, con un puntaje de 62.57 %, mostrando una condición de pastizal “Buena”.

**Tabla 17.** Condición de pastizal en especie “Vacuna”

Sitio	Altitud	% ED	% IF	% D-R-P	% IV	% C.P.	Condición
1	3842	56.0	70.0	32.0	70.79	<b>62.68</b>	Buena
2	3847	71.0	78.0	22.0	79.55	<b>74.66</b>	Buena
3	3847	41.0	68.0	32.0	77.04	<b>55.40</b>	Regular
4	3843	39.0	61.0	29.0	53.09	<b>51.21</b>	Regular
5	3848	58.0	84.0	16.0	62.94	<b>68.89</b>	Buena
<b>Prom.</b>		<b>53.0</b>	<b>72.2</b>	<b>26.2</b>	<b>68.68</b>	<b>62.57</b>	<b>Buena</b>

En la figura 7, se observa el mapa agrostológico de la comunidad campesina de Yanarico en la especie “vacuna”, logrando identificar las condiciones de pastizal en los diferentes sitios de estudio.

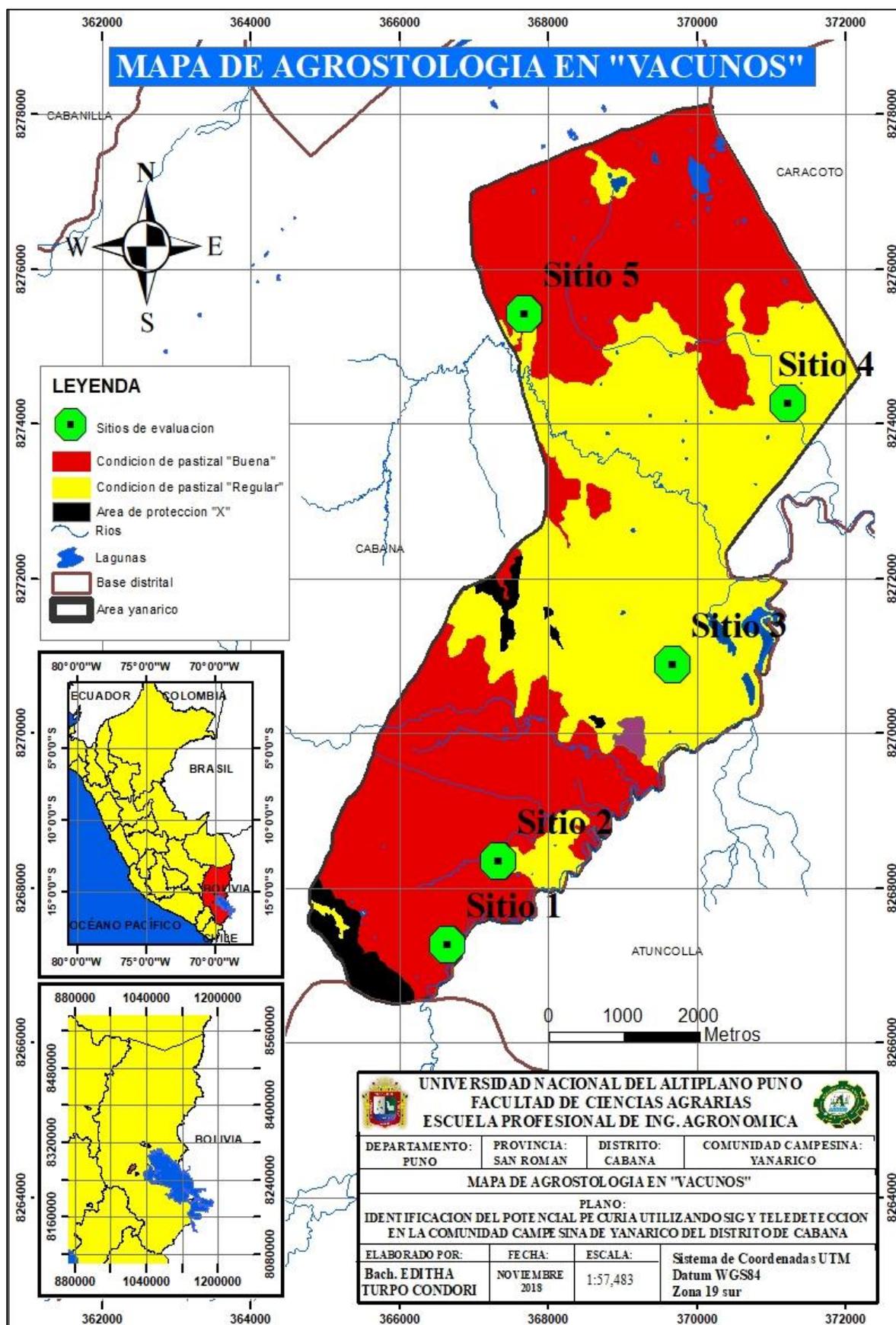


Figura 7. Mapa Agrostológico en especie “vacunos”

De acuerdo a estos resultados la comunidad campesina de Yanarico, ubicado a 3825 - 3900 msnm, distrito de Cabana, provincia San Román y departamento de Puno, con un puntaje de 62.57 %, mostrando una condición de pastizal “Buena”. Para la especie vacuna, esto se atribuye a que predomina la especie forrajera de estrato alto, “Chilligua” (*Festuca dolichophylla*) 14.2 %, indican que el vacuno consume especies de estrato alto, asimismo, su composición florística generalmente está conformada por pastos palatales, con una ligera humedad que favorece el hábitat de la vegetación alto andina.

Siendo respaldado por Yucra D. y Vilca Q. (2016), de la zona media de la microcuenca de Viluyo, la especie vacuna cuenta con una condición de pastizal “Pobre”. Mostrando que la comunidad de Yanarico, abarcando 53 % de especies deseables en la palatabilidad en especie vacuna, mostrando un buen potencial pecuario.

#### **4.3.5. CONDICIÓN DE PASTIZAL PARA LA ESPECIE “OVINA”**

En la tabla 18, se observa los parámetros de evaluación de condición del pastizal, considerando la palatabilidad en ovinos, observando:

El sitio 1 muestra el índice de especies deseables (ED) de 50.00 %, el índice forrajero (IF) de 68.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 32.00 % y en el índice de vigor (IV) 70.79 %, con un puntaje de 59.28 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”.

El sitio 2 muestra el índice de especies deseables (ED) de 62.00 %, el índice forrajero (IF) de 78.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 22.00 % y en el índice de vigor (IV) 79.55 %, con un puntaje de 70.16 %, mostrando una condición de pastizal “Buena”.

El sitio 3 muestra el índice de especies deseables (ED) de 26.00 %, el índice forrajero (IF) de 68.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 32.00 % y en el índice de vigor (IV) 77.04 %, con un puntaje de 47.90 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”.

El sitio 4 muestra el índice de especies deseables (ED) de 12.00 %, el índice forrajero (IF) de 71.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 29.00 % y en el índice de vigor (IV) 53.09 %, con un puntaje de 39.71 %, mostrando una condición de pastizal “Pobre”.

El sitio 5 muestra el índice de especies deseables (ED) de 41.00 %, el índice forrajero (IF) de 84.00 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 16.00 % y en el índice de vigor (IV) 62.94 %, con un puntaje de 60.39 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”.

Los resultados de condición de pastizal de la comunidad campesina de Yanarico, ubicado a 3825 - 3900 msnm, distrito de Cabana, provincia San Román y departamento de Puno, muestra que para la especie vacuna el índice de especies deseables (ED) de 38 %, el índice forrajero (IF) de 73.8 %, el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (D-R-P) de 26.2 % y en el índice de vigor (IV) 68.68 %, con un puntaje de 55.49 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”.

**Tabla 18.** Condición de pastizal en especie “Ovina”

Sitio	Altitud	% D	% IF	% D-R-P	% IV	C.P.	Condición
1	3842	50.0	68.0	32.00	70.79	<b>59.28</b>	Regular
2	3847	62.0	78.0	22.00	79.55	<b>70.16</b>	Buena
3	3847	26.0	68.0	32.00	77.04	<b>47.90</b>	Regular
4	3843	12.0	71.0	29.00	53.09	<b>39.71</b>	Pobre
5	3848	41.0	84.0	16.00	62.94	<b>60.39</b>	Regular
<b>Prom.</b>		<b>38.2</b>	<b>73.8</b>	<b>26.20</b>	<b>68.68</b>	<b>55.49</b>	<b>Regular</b>

En la figura 8, se observa el mapa agrostológico de la comunidad campesina de Yanarico en la especie “ovina”, logrando identificar las condiciones de pastizal en los diferentes sitios de estudio.

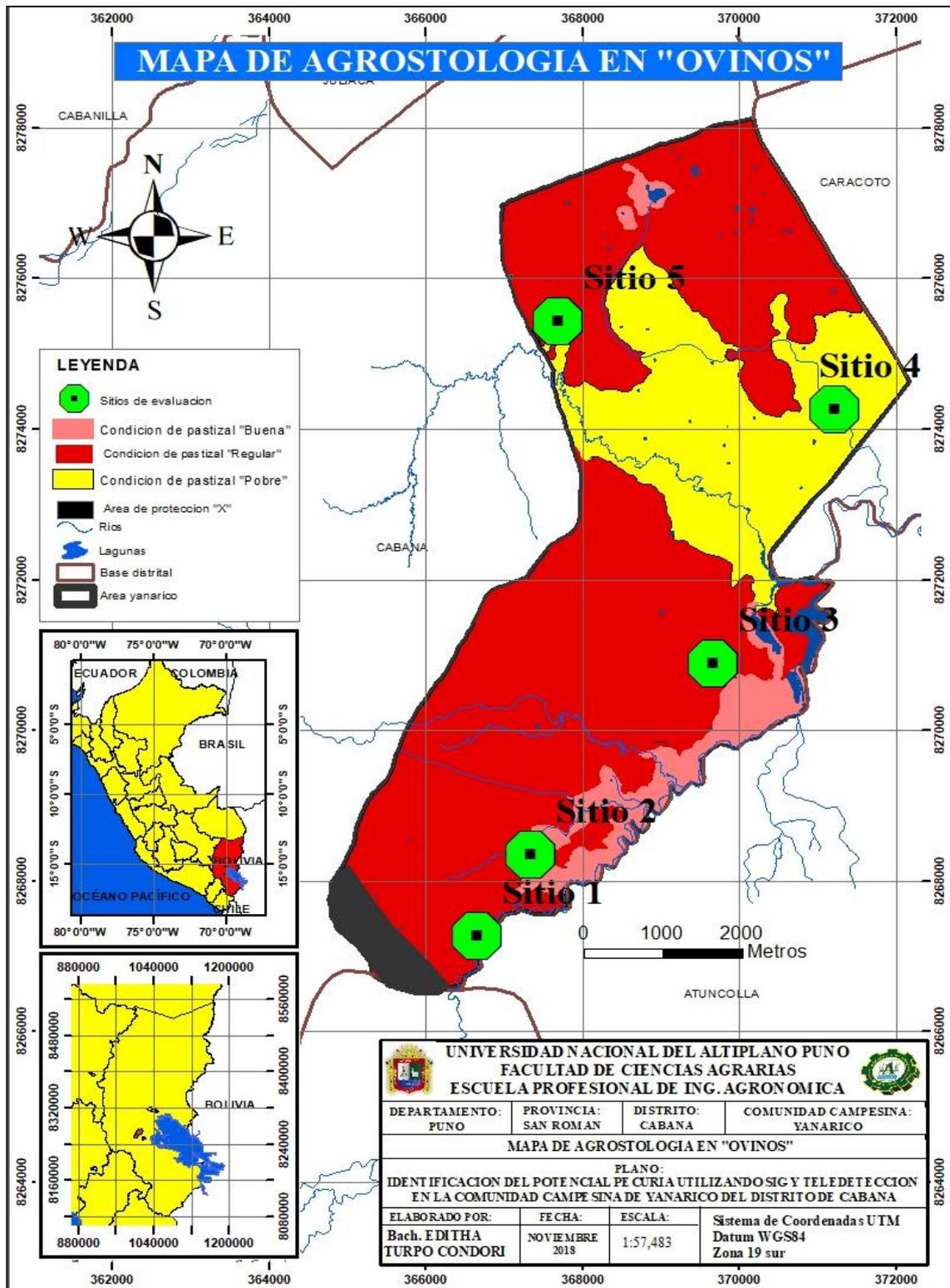


Figura 8. Mapa Agrostológica en especie “ovinos”

De acuerdo a estos resultados la comunidad campesina de Yanarico, ubicado a 3825 - 3900 msnm, distrito de Cabana, provincia San Román y departamento de Puno, con un puntaje de 55.49 %, mostrando una condición de pastizal “Regular”. Para la especie ovina, esto se atribuye a que predomina la especies forrajera de estrato bajo, "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*) 28.00 %, indicando que el ovino consume especies de estrato bajo, asimismo, su composición florística generalmente está conformada por pastos palatales.

Siendo respaldado por Yucra D. y Vilca Q. (2016), de la zona media de la microcuenca de Viluyo, la especie ovina cuenta con una condición de pastizal “Regular”. Mostrando que la comunidad de Yanarico, abarcando 38.20 % de especies deseables en la palatabilidad en especie ovina, mostrando un buen potencial pecuario.

#### 4.4. POBLACIÓN DE PECUARIA

##### 4.4.1. MATERIA SECA

En la (Tabla 19), muestra la disponibilidad de consumo de materia seca y el factor de uso apropiado es del 50 % en pastizales nativos (Choque, 2012).

En el **sito 1 y 2**, cuenta disponibilidad de Materia seca kg/ha 3717.49 kg/ha con un factor de uso apropiado de 50 %, mostrando la disponibilidad de consumo Kg/ha de 1858.75 kg/ha, mostrando una condición “Buena”, presentando alta producción de materia seca, esta vegetación corresponde a un tipo de vegetación alto andina del tipo pajonal.

En el **sito 3**, cuenta disponibilidad de Materia seca kg/ha 1839.19 kg/ha con un factor de uso apropiado de 50 %, mostrando la disponibilidad de consumo Kg/ha de 919.60 kg/ha, mostrando una condición “Regular”. En el **sito 4**, cuenta disponibilidad de Materia seca kg/ha 2090.91 kg/ha con un factor de uso apropiado de 50 %, mostrando la disponibilidad

de consumo Kg/ha de 1045.46 kg/ha, mostrando una condición “Regular”. En el **sito 5**, cuenta disponibilidad de Materia seca kg/ha 4106.89 kg/ha con un factor de uso apropiado de 50 %, mostrando la disponibilidad de consumo Kg/ha de 2053.45 kg/ha, mostrando una condición “Buena”, presentando la mayor producción de materia seca, esta vegetación corresponde a un tipo de vegetación alto andina del tipo pajonal de Chilligua (*Festuca dolichophylla*). En el **sito 6**, cuenta disponibilidad de Materia seca kg/ha 1423.62 kg/ha con un factor de uso apropiado de 50 %, mostrando la disponibilidad de consumo Kg/ha de 711.81 kg/ha, mostrando una condición “Pobre”, con una limitada composición de especies deseables y escaso vigor de las plantas forrajeras, la predominancia de la vegetación. En el **sito 7**, cuenta disponibilidad de Materia seca kg/ha 1171.16 kg/ha con un factor de uso apropiado de 50 %, mostrando la disponibilidad de consumo Kg/ha de 585.58 kg/ha, mostrando una condición “Pobre”, con una limitada composición de especies deseables y escaso vigor de las plantas forrajeras, la predominancia de la vegetación.

De acuerdo a estos resultados la comunidad campesina de Yanarico, ubicado a 3825 - 3900 msnm, distrito de Cabana, provincia San Román y departamento de Puno, presentando una baja producción de pastos debido a que cuenta con una limitada disponibilidad de consumo kg/ha.

**Tabla 19.** Producción y disponibilidad de biomasa de pastos naturales

Sitio	Disponibilidad de Materia seca kg/ha	Factor de uso apropiado	Disponibilidad de consumo kg/ha	Condición
1	3717.49	0.50	1858.75	Bueno
2	3717.49	0.50	1858.75	Bueno
3	1839.19	0.50	919.60	Regular
4	2090.91	0.50	1045.46	Regular
5	4106.89	0.50	2053.45	Bueno
6	1423.62	0.50	711.81	Pobre
7	1171.16	0.50	585.58	Pobre
<b>Suma</b>	<b>18066.75</b>	<b>3.50</b>	<b>9033.38</b>	
<b>Prom.</b>	<b>2580.96</b>	<b>0.50</b>	<b>1290.48</b>	

En la figura 9, muestra la identificación, delimitación y representación cartográfica, observando el mapa de disponibilidad de Materia Seca Kg/ha en los diferentes sitios en estudio de la comunidad campesina de Yanarico.

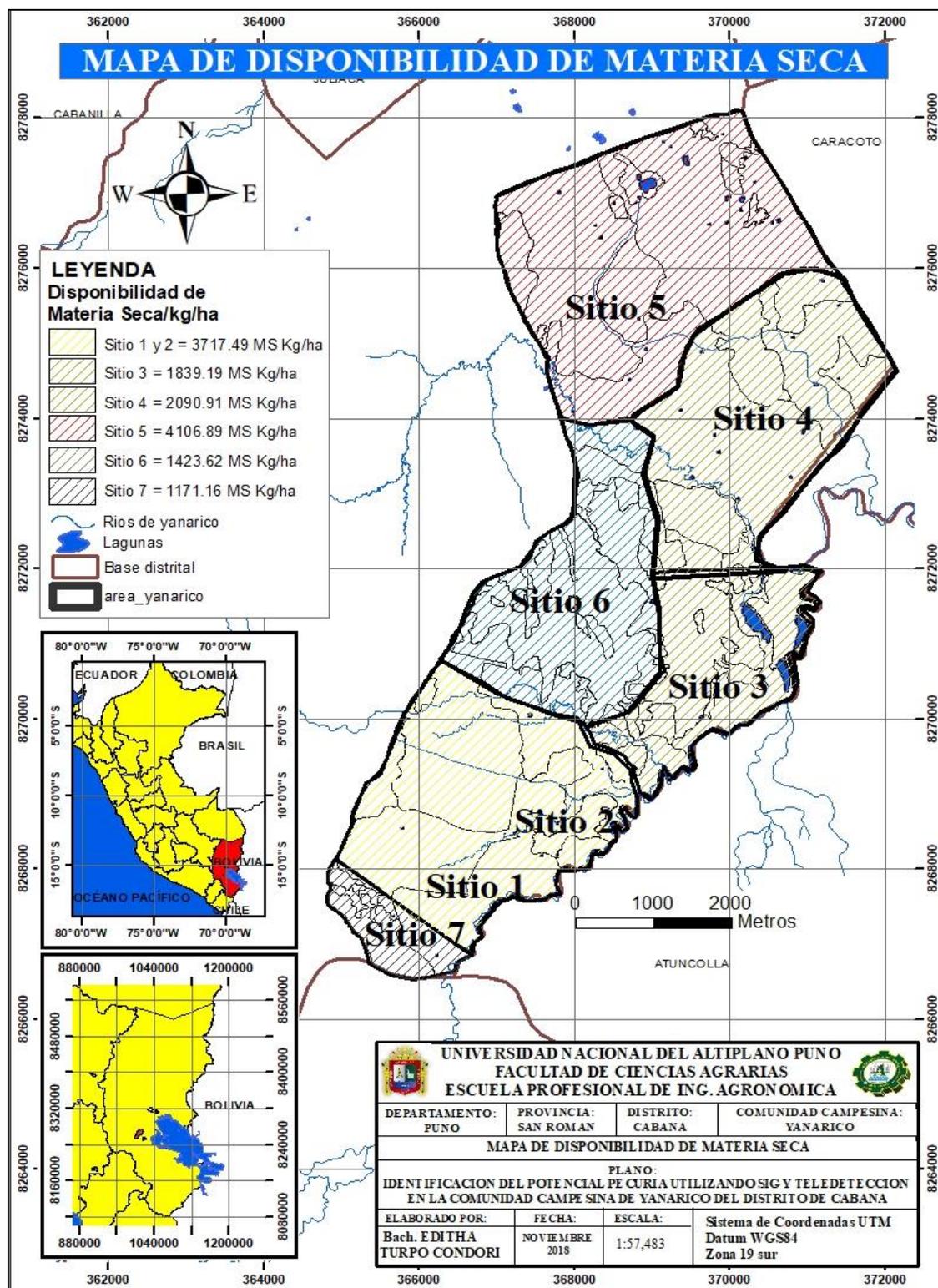


Figura 9. Mapa de disponibilidad de materia seca

#### 4.4.2. CARGA ANIMAL

La capacidad de carga animal de los pastizales de la comunidad campesina de Yanarico, se ha estimado por cada especie animal en pastoreo teniendo en cuenta lo manifestado por Flórez (1993).

Choque (2012), señala que el conocimiento de la condición de la pradera tiene como objetivo determinar el potencial de producción de la biomasa forrajera del pastizal como información previa a la estimación de la capacidad de carga de un sitio o grupo de sitios. La evaluación de la condición es diferente sobre los sitios del pastizal.

##### 4.4.2.1. Carga animal para la especie “vacuna”

En la tabla 20, muestra la capacidad de carga animal óptima, respaldado por Choque (2012), que señala que el consumo de materia seca para la especie vacuna consume un promedio 2.4 a 3 % de su peso vivo en materia seca (MS), el peso vivo de vacuno es de un promedio de 400.00 kg con un estimado de consumo diario de 12.00 kg de materia seca (MS) y anualmente de 4380.00 kg de materia seca (MS).

En el **sitio 1 y 2**, con una disponibilidad de consumo de 1858.75 kg/ha, mostrando una condición “Buena” y que puede mantener una carga animal de 0.42 unidades vacuno/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 856.28 ha (363 de unidades vacuno/hectárea/año). En el **sitio 3**, con una disponibilidad de consumo de 919.60 kg/ha, mostrando una condición “Regular” y que puede mantener una carga animal de 0.21 unidades vacuno/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 804.63 ha (169 de unidades vacuno/hectárea/año). En el **sitio 4**, con una disponibilidad de consumo de 1045.46 kg/ha, mostrando una condición “Regular” y que puede mantener una carga animal de 0.24 unidades vacuno/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 467.40 ha (112 de unidades

vacuno/hectárea/año). En el **sitio 5**, con una disponibilidad de consumo de 2053.45 kg/ha, mostrando una condición “Buena” y que puede mantener una carga animal de 0.47 unidades vacuno/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 1045.46 ha (495 de unidades vacuno/hectárea/año). En el **sitio 6**, con una disponibilidad de consumo de 711.81 kg/ha, mostrando una condición “Pobre” y que puede mantener una carga animal de 0.16 unidades vacuno/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 668.93 ha (109 de unidades vacuno/hectárea/año). En el **sitio 7**, con una disponibilidad de consumo de 585.58 kg/ha, mostrando una condición “Pobre” y que puede mantener una carga animal de 0.13 unidades vacuno/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 130.39 ha (17 de unidades vacuno/hectárea/año).

De acuerdo a estos resultados la comunidad campesina de Yanarico, muestra 4010.55 ha con la capacidad de carga animal óptima para vacunos mostrando una condición “Regular”.

**Tabla 20.** Capacidad de carga animal óptima para vacunos

Sitio	(ha)	(%)	Disponibilidad de consumo Kg/ha	Consumo de MS UAV kg/año	N° de UAV/ha	UAV	Condición
1 y 2	856.28	21.35	1858.75	4380	363	0.42	Bueno
3	804.63	20.06	919.6	4380	169	0.21	Regular
4	467.40	11.65	1045.46	4380	112	0.24	Regular
5	1056.48	26.34	2053.45	4380	495	0.47	Bueno
6	668.93	16.68	711.81	4380	109	0.16	Pobre
7	130.39	3.25	585.58	4380	17	0.13	Pobre
Lagunas	20.31	0.51	----	----	----	----	----
Ríos	6.14	0.15	----	----	----	----	----
<b>Suma</b>	<b>4010.55</b>	<b>100.0</b>	<b>7174.65</b>	<b>26280</b>	<b>1265.33</b>	<b>0.27</b>	<b>Regular</b>

En la figura 10, muestra la identificación, delimitación y representación cartográfica, se observa el mapa de capacidad de carga animal en especie “vacuna” en la comunidad campesina de Yanarico.

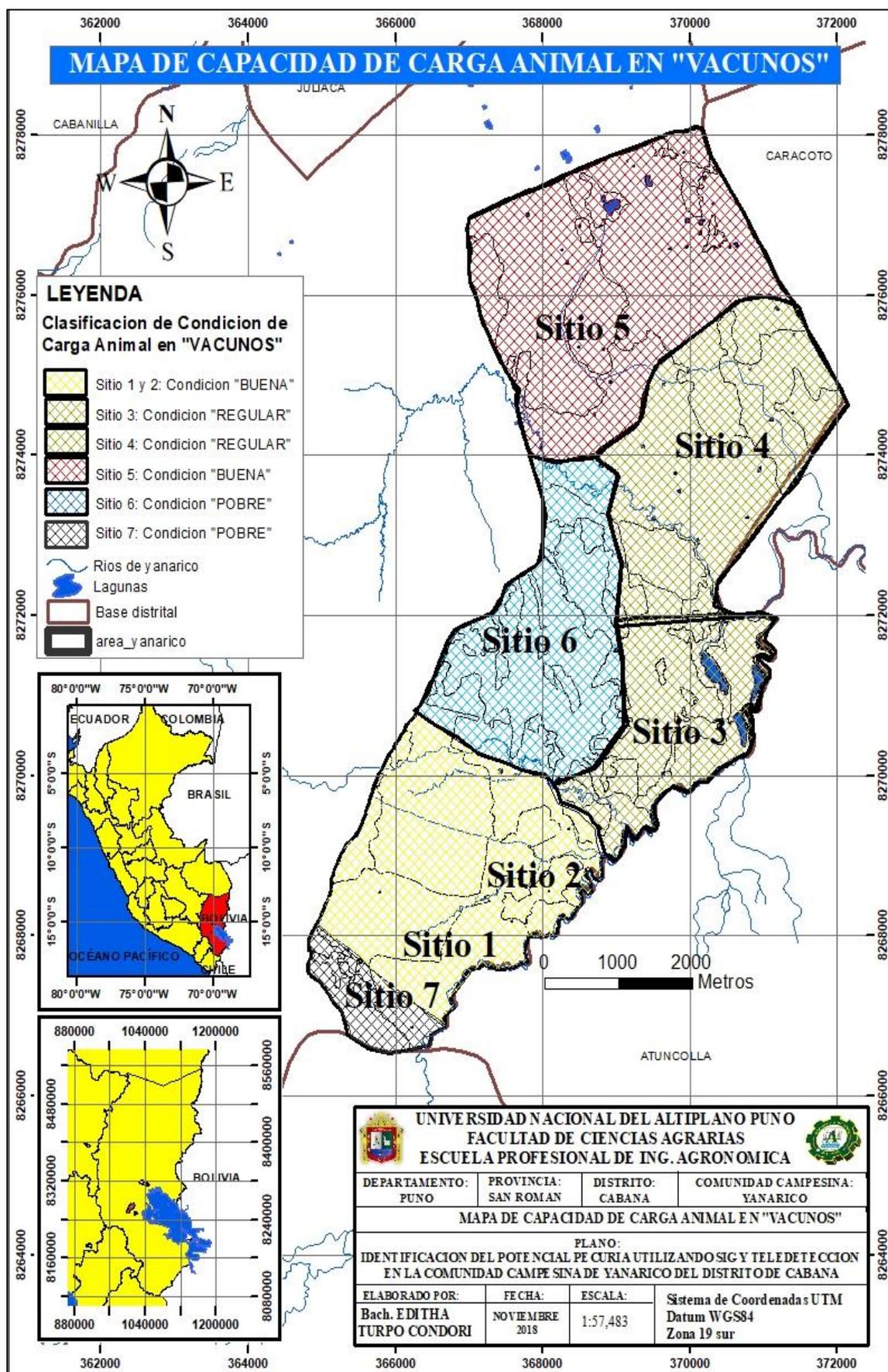


Figura 10. Mapa de la Población Pecuaria en especie "vacuna"

Al respecto, la capacidad de carga animal óptima, según Holechek et al, (2011) asevera que constituye el número promedio de animales domésticos y/o silvestres que pueden ser mantenidos en una unidad de superficie de pastizal en forma productiva por un determinado período de pastoreo. Siendo respaldado por Yucra D. y Vilca Q. (2016), en la micro cuenca Viluyo, mostrando la capacidad de carga animal es 0.18 unidades vacuno/hectárea/año, con una condición “Pobre”, estos resultados son comparados por el área de estudio mostrando 0.27 unidades vacuno/hectárea/año, con una condición “Regular. Mostrando que la comunidad de Yanarico cuenta con una potencial pecuario.

#### 4.4.2.2. Carga animal para la especie “ovina”

En la tabla 21, muestra la capacidad de carga animal óptima, respaldado por Choque (2012), que señala que el consumo de materia seca para la especie ovina consume un promedio 3 a 3.2 % de su peso vivo en materia seca (MS), el peso vivo de ovino es de un promedio de 35.00 kg con un estimado de consumo diario de 1.12 kg de (MS) y anualmente de 408.80 kg de (MS):

En el **sitio 1 y 2**, con una disponibilidad de consumo de 1858.75 kg/ha, mostrando una condición “Excelente” y que puede mantener una carga animal de 3.87 unidades ovino/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 856.28 ha (3316 de unidades ovino/hectárea/año). En el **sitio 3**, con una disponibilidad de consumo de 919.60 kg/ha, mostrando una condición “Buena” y que puede mantener una carga animal de 1.92 unidades ovino/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 804.63 ha (1542 de unidades ovino/hectárea/año). En el **sitio 4**, con una disponibilidad de consumo de 1045.46 kg/ha, mostrando una condición “Buena” y que puede mantener una carga animal de 2.18 unidades ovino/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 467.40 ha (1018 de unidades ovino/hectárea/año).

En el **sitio 5**, con una disponibilidad de consumo de 2053.45 kg/ha, mostrando una condición “Excelente” y que puede mantener una carga animal de 4.28 unidades ovino/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 1045.46 ha (4520 de unidades ovino/hectárea/año). En el **sitio 6**, con una disponibilidad de consumo de 711.81 kg/ha, mostrando una condición “Buena” y que puede mantener una carga animal de 1.48 unidades ovino/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 668.93 ha (992 de unidades ovino/hectárea/año). En el **sitio 7**, con una disponibilidad de consumo de 585.58 kg/ha, mostrando una condición “Regular” y que puede mantener una carga animal de 1.22 unidades ovino/hectárea/año, este sitio cuenta con un área de 130.39 ha (159 de unidades ovino/hectárea/año).

De acuerdo a estos resultados la comunidad campesina de Yanarico, mostrando 4010.55 ha con la capacidad de carga animal óptima para vacunos mostrando una condición “Regular”.

**Tabla 21.** Capacidad y Condición de carga animal óptima para ovinos

Sitio	(ha)	Disponibilidad (%)	Disponibilidad	Consumo	N° de		Condición
			de consumo Kg/ha	de UAO MS kg/año	UAO/ ha	UAO	
1 y 2	856.28	21.35	1858.75	480	3316	3.87	Excelente
3	804.63	20.06	919.6	480	1542	1.92	Bueno
4	467.4	11.65	1045.46	480	1018	2.18	Bueno
5	1056.48	26.34	2053.45	480	4520	4.28	Excelente
6	668.93	16.68	711.81	480	992	1.48	Bueno
7	130.39	3.25	585.58	480	159	1.22	Regular
Lagunas	20.31	0.51	----	----	----	----	----
Ríos	6.14	0.15	----	----	----	----	----
<b>Suma</b>	<b>4010.55</b>	<b>100.0</b>	<b>7174.65</b>	<b>2880</b>	<b>11546.1</b>		<b>Bueno</b>

En la figura 11, muestra la identificación, delimitación y representación cartográfica, se observa el mapa de capacidad de carga animal en especie “ovina” en la comunidad campesina de Yanarico.

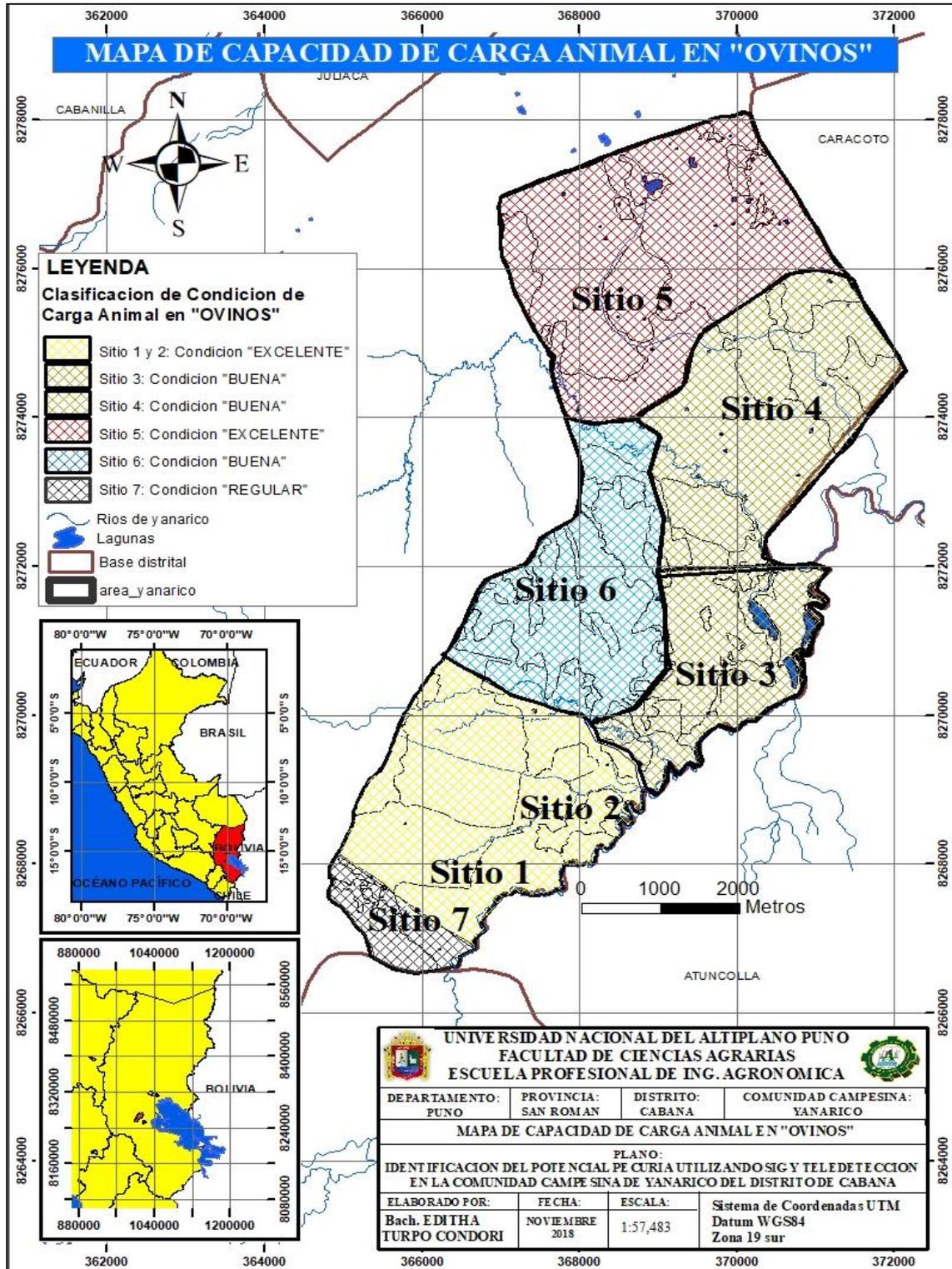


Figura 11. Mapa de la Población Pecuaria en especie “ovina”

Al respecto, la capacidad de carga animal óptima, según Holechek et al, (2011) asevera que constituye el número promedio de animales domésticos y/o silvestres que pueden ser mantenidos en una unidad de superficie de pastizal en forma productiva por un determinado período de pastoreo. Siendo respaldado por Yucra D. y Vilca Q. (2016), en la micro cuenca Viluyo, mostrando la capacidad de carga animal es 1.85 unidades ovino/hectárea/año, con una condición “Regular”, estos resultados son comparados por el área de estudio mostrando 2.5 unidades ovino/hectárea/año, con una condición “Buena”. Mostrando que la comunidad de Yanarico cuenta con una potencial pecuario.

#### 4.5. CONDICIÓN POTENCIAL PECUARIO

En la tabla 22, muestra el potencial pecuario en la comunidad campesina de Yanarico, en base a las variables: CUM, UAT, agrostología y carga animal:

En el **sitio 1 y 2**, abarca un área de 856.28 ha (21.35 %), abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P) calidad agrostológica baja con limitaciones de suelo, drenaje, sales y clima; con el uso actual de tierras de cereales, pajonal semidenso de (chilliguar) y (chiji); condición agrostológica en vacunos “Buena” y en ovinos “Regular”; carga animal en vacunos “Buena” en ovinos “Excelente”, mostrando un potencial pecuario “Bueno”.

En el sitio 3, abarca un área de 804.63 ha (20.06 %), abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P) calidad agrostológica baja con limitaciones de suelo, drenaje, riesgo de inundación y clima; con el uso actual de tierras de tubérculos, pajonal abierto de (chilligua - crespillo), pajonal denso y semidenso de (chiji); condición agrostológica en vacunos “Regular” y en ovinos “Regular”; carga animal en vacunos “Regular” y en ovinos “Bueno”, mostrando un potencial pecuario “Bueno”.

En el sitio 4, abarca un área de 467.40 ha (11.65 %), abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P) calidad agrostologica baja con limitaciones de suelo, drenaje, riesgo de inundación y clima; con el uso actual de tierras de cereales, pajonal denso de (chilligua) y (chiji); condición agrostologica en vacunos “Regular” y en ovinos “Pobre”; carga animal en vacunos “Regular” y en ovinos “Bueno”, mostrando un potencial pecuario “Regular”.

En el sitio 5, abarca un área de 1056.48 ha, representando el 26.34 %, abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P) calidad agrostologica baja con limitaciones de suelo, drenaje, riesgo de inundación y clima; con el uso actual de tierras de cereales; mosaico de cultivos; pajonal semidenso (chilliguar); pajonal semidenso (ichu); pastizal semidenso (chiji); lagunas y ríos; con la condición agrostologica en vacunos “Bueno” y en ovinos “Regular”; carga animal en vacunos “Bueno” y en ovinos “Excelente”, mostrando un potencial pecuario “Bueno”.

En el sitio 6, abarca un área de 668.93 ha (16.68 %), abarcando tierras aptas para producción forestal (F) calidad agrostologica baja con limitaciones de suelo, drenaje, riesgo de inundación y clima; con el uso actual de tierras de mosaico de pastos y cultivos, pajonal semidenso (ichu), pajonal abierto de (chilligua - crespillo), pastizal semidenso (chiji); condición agrostologica en vacunos “Pobre” y en ovinos “Pobre”; carga animal en vacunos “Pobre” y en ovinos “Bueno”, mostrando un potencial pecuario “Regular”.

En el sitio 7, abarca un área de 130.39 ha (3.25 %), abarcando tierras de protección (X) con limitaciones de riesgo de erosión, sales y clima; con el uso actual de tierras desnudas (áreas erosionadas, naturales y degradadas); condición agrostologica en vacunos “Pobre” y en ovinos “Pobre”; carga animal en vacunos “Pobre” y en ovinos “Regular”, mostrando un potencial pecuario “Pobre”.

**Tabla 22.** Modelo de condición potencial pecuario

Sitio	CONDICION						Promedio
	CUM	UAT	Agrostología		Carga Animal		
			"VACUNO"	"OVINO"	"VACUNO"	"OVINO"	
1	Bueno	Regular	Bueno	Regular	Bueno	Excelente	<b>Bueno</b>
2	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Excelente	<b>Bueno</b>
3	Bueno	Bueno	Regular	Regular	Regular	Bueno	<b>Bueno</b>
4	Bueno	Regular	Regular	Pobre	Regular	Bueno	<b>Regular</b>
5	Excelente	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Excelente	<b>Bueno</b>
6	Regular	Regular	Pobre	Pobre	Pobre	Bueno	<b>Regular</b>
7	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Regular	<b>Pobre</b>
<b>Prom.</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Regular</b>	<b>Regular</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>	<b>"Regular"</b>

En la figura 12, muestra la identificación, delimitación, representación cartográfica, observando el mapa de potencial pecuario en la comunidad campesina de Yanarico, logrando identificar los sitios de estudio.

Al realizar el proceso de modelamiento, integrado las variables descritas (CUM, UAT, agrostología y carga animal), se obtuvieron resultados en función a los mapas temáticos elaborados. Mostrando que la comunidad campesina de Yanarico cuenta con una de 4010.55 ha, con una capacidad de uso mayor de tierras aptas para cultivo en limpio (A), para pastos (P), para producción forestal (F) y protección (X), calidad agrostologica baja con limitaciones de suelo, drenaje, riesgo de inundación, erosión, sales y clima; con un uso actual de tierras de cultivos en limpio (cereales y tubérculos), Terrenos de mosaico pastos y cultivos, tierras Pajonal semi denso y denso de (chilligua), semi denso (ichu), Pajonal abierto (chilligua-crespillo), Pastizal semi denso y denso de (chiji) y tierras desnudas (áreas erosionadas, naturales y degradadas), mostrando características favorables y excelente para pastoreo de manera sostenible y constante, logrando identificar el potencial pecuario "Regular".

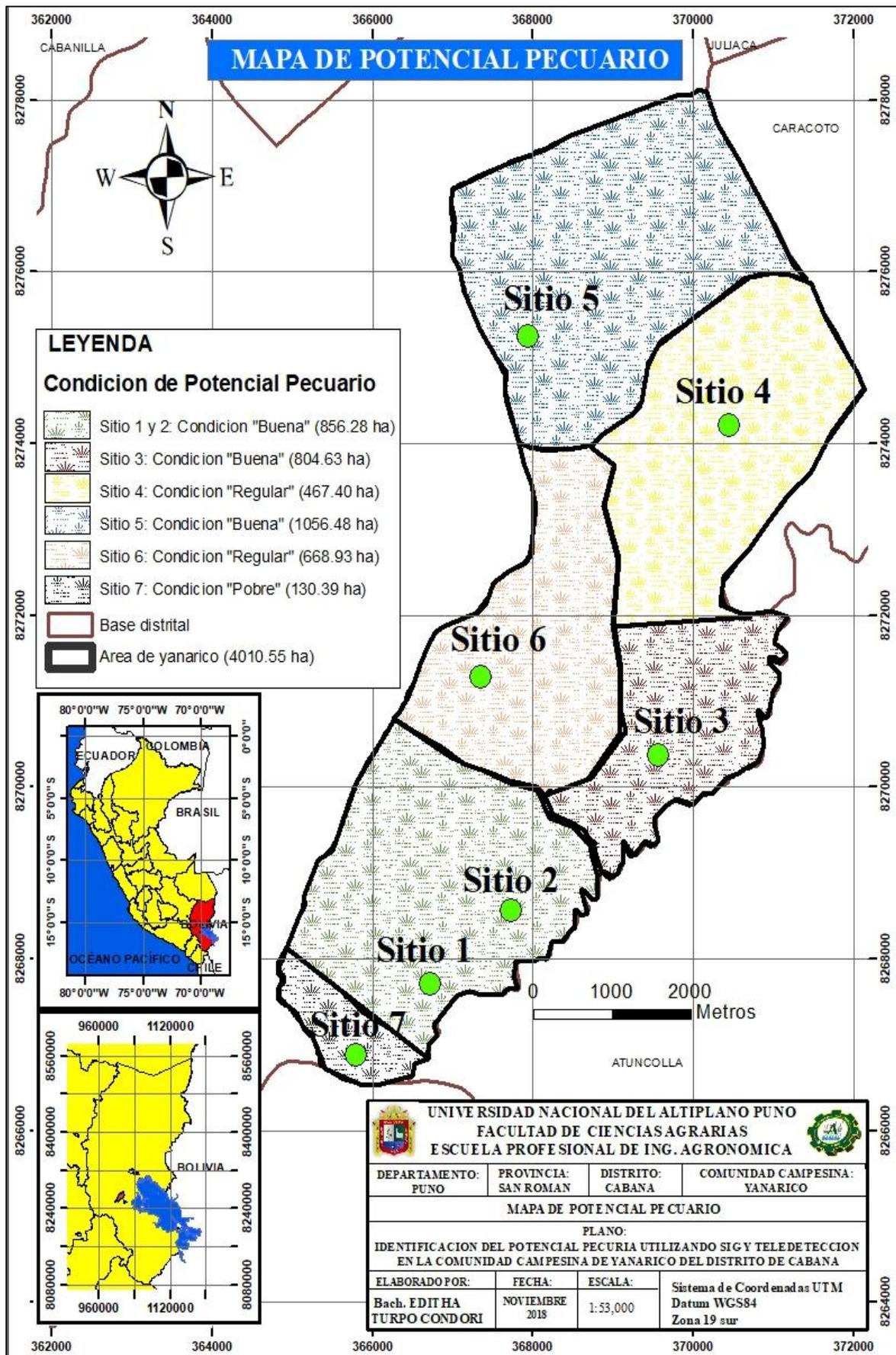


Figura 12. Mapa del Potencial Pecuario

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación de la comunidad campesina de Yanarico cuenta con un área de 4010.55 ha, en la capacidad de uso mayor (CUM), muestra tierras aptas para cultivos en limpio (A) 1794.24 ha (44.74 %); *tierras* aptas para pastos (P) 1727.74 ha (43.08 %); tierras aptas para producción forestal (F) 343.60 ha (8.57 %); tierras de protección (X) 118.52 ha (2.96 %). En el uso actual de tierras (UAT), muestra terrenos con cultivos en limpio cereales 1045.92 ha (26.08 %), terrenos con cultivos en limpio tubérculos 11.96 ha (0.30 %), terrenos de mosaico de cultivos 299.11 ha (7.46 %), terrenos de mosaico pastos y cultivos 757.26 ha (18.88 %), tierras de pajonal y pastizal 1511.94 ha (44.68 %), tierras desnudas (áreas erosionadas, naturales y degradadas) 77.68 ha (1.94 %), ríos y lagos 26.45 ha (0.66 %).

Los parámetros de evaluación de condición del pastizal en la especie vacuna y ovina respectivamente son: el sitio 1 mostro una condición de pastizal “Buena” (62.68 %) y “Regular” (59.28 %); El sitio 2 mostro una condición de pastizal “Buena” (74.66 %) y “Buena” (70.16 %); El sitio 3 mostro una condición de pastizal “Regular” (55.40 %) y “Regular” (47.90 %); El sitio 4 mostro una condición de pastizal “Regular” (51.21 %) y “Pobre” (39.71 %); El sitio 5 mostro una condición de pastizal “Buena” (68.89 %) y “Regular” (60.39 %). Condición de pastizal en “vacunos” (Bueno) y “ovinos” (Regular).

Los parámetros de carga animal óptima en especie vacuna y ovina respectivamente son: En el sitio 1 y 2, muestra una disponibilidad de consumo de 1858.75 MS kg/ha abarcando 856.28 ha, mostrando 363 UAV (Buena) y 3316 UAO (Excelente); En el sitio 3, muestra una disponibilidad de consumo de 919.60 MS kg/ha abarcando 804.63 ha, mostrando 169 UAV/hectárea/año (Regular) y 1542 UAO/hectárea/año (Bueno); En el sitio 4, muestra

una disponibilidad de consumo de 1045.46 MS kg/ha abarcando 467.40 ha, mostrando 112 UAV/hectárea/año (Regular) y 1018 UAO/hectárea/año (Buena); En el sitio 5, muestra una disponibilidad de consumo de 2053.45 MS kg/ha abarcando 1045.46 ha, mostrando 495 UAV/hectárea/año (Buena) y 4520 UAO/hectárea/año (Excelente); En el sitio 6, muestra una disponibilidad de consumo de 711.81 MS kg/ha abarcando 668.93 ha, mostrando 109 UAV/hectárea/año (Pobre) y 992 UAO/hectárea/año (Bueno); En el sitio 7, muestra una disponibilidad de consumo de 585.58 MS kg/ha abarcando 130.39 ha, mostrando 17 UAV/hectárea/año (Pobre) y 159 UAO/hectárea/año (Regular).

Los parámetros de las variables: CUM, UAT, agrostología y carga animal; mostro el potencial pecuario son: El sitio 1 y 2, abarca un área de 856.28 ha (21.35 %), con una disponibilidad de consumo de 1858.75 kg/ha, abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P), mostrando un potencial pecuario “Bueno”; El sitio 3, abarca un área de 804.63 ha (20.06 %), con una disponibilidad de consumo de 919.60 kg/ha, abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P), mostrando un potencial pecuario “Bueno”; El sitio 4, abarca un área de 467.40 ha (11.65 %), con una disponibilidad de consumo de 1045.46 kg/ha, abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P), mostrando un potencial pecuario “Regular”; El sitio 5, abarca un área de 1056.48 ha (26.34 %), con una disponibilidad de consumo de 2053.45 kg/ha, abarcando tierras aptas para cultivo en limpio (A) y para pastos (P), mostrando un potencial pecuario “Bueno”; El sitio 6, abarca un área de 668.93 ha (16.68 %), con una disponibilidad de consumo de 711.81 kg/ha, abarcando tierras aptas para producción forestal (F), mostrando un potencial pecuario “Regular”; El sitio 7, abarca un área de 130.39 ha (3.25 %), con una disponibilidad de consumo de 585.58 kg/ha, abarcando tierras de protección (X), mostrando un potencial pecuario “Pobre”.

## CAPÍTULO VI

### RECOMENDACIONES

En las tierras aptas para cultivo en limpio, es recomendable el establecimiento de pastos y cultivos anuales ya que presenta características favorables para la producción agrícola y pastos forrajeros. Y iniciar con el mejoramiento de las praderas naturales mediante la implantación de especies leguminosas como son alfalfa, trébol, rye grass y producir forraje con especies adaptadas como cebada, avena y trigo de invierno mejorando con tecnología de riego.

Considerar los resultados de capacidad de carga animal óptima para los sitios de pastizales evaluados, ya que esta proporcionara al productor una base para tomar decisiones sobre el grado de carga animal, estación de uso y la clase de manejo que se necesite para mejorar los sitios de pastizales.

Implementar estrategias de mejoramiento y manejo de pastizales naturales, con el propósito de utilizar los pastizales con criterio sostenido y conservando las comunidades vegetales, el recurso suelo y la relación con la captación y conservación del agua, se debe de realizar el sistema de “pastoreo controlado” o el pastoreo rotacional, permite optimizar el uso de este recurso incrementando su productividad y su perennidad.

Se recomienda capacitación a las familias campesinas en manejo y mejoramiento de praderas, con actividades de trabajo, implementados con ahijaderos, cercados con mallas ganaderas, micro reservorios para riego, para mejorar las condiciones de sitios de pastizales de Yanarico.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegría, V. (2013). *Inventario y uso sostenible de pastizales en la zona colindante a los depósitos de relavera de Ocroyoc - Comunidad San Antonio De Rancas – Pasco*.  
Lima, Perú.
- Altieri, M. (1997). *Agroecológica Bases científicas para una agricultura sustentable*.  
Argentina.
- Álzate, B. (2001). *Modelando el mundo real mediante el uso del SIG, Santa Fe de Bogotá*.  
Colombia.
- Astorga, N. (1987). *Algunos problemas en el manejo de praderas para conducción ganadera en el Altiplano Peruano*, UNA Puno-Perú.
- Bohn, H. (1993). *Química del suelo*. Universidad del Estado de Nueva México Ed.  
Limusa, S.A. México.
- Buol, SW., Hole, F.D. y Mc Cracken, R.j. (1983). *Génesis y clasificación de suelos. Primera edición en español*. Ed. Trillas S.A.
- Buckmany, B. (1980). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Edit. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España
- Canihua, J. (2001). *La fertilidad y fertilización*. Doc. Trabajo sin publicar. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.
- Choque, L. (2012). *Producción y Manejo de Especies Forrajeras*. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno, Perú

- Choque, N. (1993). *Guía germoplasma de pastos nativos Andinos*. UNA. Puno. Perú
- Condori, E. y Choquehuanca, D. (2001). *Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito Peruano del sistema TDPS*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Biológicas. Perú
- Cortez, A. (2011), *III SEMINARIO REGIONAL DE TASACIONES Tema: aplicación del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor expositor*. Huancayo – Perú.
- D.S. N° 017-2009 - AG “*Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor*”. Lima; Perú
- D.S. N° 087 – 2004 – PCM, *Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)*.
- ESRI, (1992). (*Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales*), California, EE. UU.
- FAO-UNESCO. (1976). *Mapa mundial de suelos*. UNESCO PARIS.
- Farfan, R. y Durant, A. (1998). *Manejo y técnicas de evaluación de pastizales Altoandinos*. Publicación Técnica N° 39. La Raya. Marangani. Cusco-Perú.
- Flores, E. (1996). *Principios de inventario y mapeo de pastizales*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Flórez, A. y Malpartida, E. (1987). *Manejo de praderas nativas y pasturas en la región alto andina del Perú*. Fondo del Libro (Banco Agrario del Perú). Perú
- Flórez, A. (1993). *Producción y utilización de los pastizales alto andinos del Perú*. Red de Pastizales Andinos (REPAAN). Perú.
- Florez, A. (2005). *Manual de Pastos y Forrajes Alto Andinos*. Lima, Perú.

- Franco, A. (2018). *Modelamiento de uso de la tierra en unidades de gestión ambiental en la microcuenca del rio ticaraya*, Puno. Perú.
- Guillén, D. (2015). *Manejo de pastizales en Huancavelica. Manejo de pastizales alto andinos en Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de Ciencias de Ingeniería. Perú.
- Holechek, J. Pieper, R. y Herbel, C. (2011). *Range Management, Principles and Practices*. 6th Ed. Prentice Hall, New Jersey. EE.UU.
- Jaramillo, D. (2001). *Introducción de la Ciencia del Suelo*. Universidad Nacional de Colombia. Escuela de Geo ciencias Medellin. Bogotá – Colombia.
- Lantada, N. y Amparo, A. (2003). *Sistemas de información geográfica. Practicas con Arc View GIS*. Universidad politécnica de Catalunya, Barcelona
- Luzio, L. (1982). *Taxonomía de suelos. Un sistema básico de clasificación de suelos para interpretar reconocimiento de suelos*. Soil Conservtion Service USDA. USA.
- Mendoza, P. (2011). *Evaluación de pradera nativa (Festuca dolichoplylla) a la incorporación de abonos orgánicos y siembra de trébol blanco (Trifolium repens) sin y con labranza*. Puno Perú.
- MINAM (2010). *Manual Instructivo para el levantamiento de suelos en base al enfoque Territorial para los procesos de macro, meso y micro Zonificación Ecológica Económica*. Dirección general de Ordenamiento Territorial, Lima. Perú.
- Ministerio de Agricultura D.G.P.A.- Crianzas (2000). Perú.

- Miranda, F. y Ccana, E. (2014). *Praderas / pastos/ manejo de pastos/ pastizales/ cosecha de agua/ cultivo/ forraje*.
- Novoa, C. y Flores, A. (1991). *Producción de rumiantes menores – alpacas*. Lima. Perú.
- ONERN, (1985), *Los Recursos Naturales del Perú. Oficina de Evaluación de Recursos Naturales*. Lima Perú.
- ONERN (1980). *Cartografía de suelos. Copias mimeografiadas*.
- ONERN. (1985). *Los Recursos Naturales del Perú*. Oficina de Evaluación de Recursos Naturales. Lima Perú.
- 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.
- Tapia, N. y Flores, O. (1984). *Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú*. Lima. Perú.
- USDA-NRCS (2010). *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos-Servicio de Conservación de Recursos Naturales*.
- Vargas, R. (2009). *Guía para la Descripción de Suelos*. FAO Swalim, Nairobi, Kenya- Universidad Mayor de San Simón, Bolivia.
- Vega, J. (2012). *Centro de recursos complementarios para las asignaturas: Expresión Gráfica, Topografía, Fotointerpretación y SIG, y SIG en Vías y Transporte*. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Universidad de Medellín.

Yucra, D. y Vilca, Q. (2016), “*Microzonificación edafoagrostológica con aplicación del S.I.G. de la microcuenca de Viluyo - Zona media - Puno*”, FCA-UNA-PUNO-PERU.

ZEE-OT, (2012). *Proyecto: fortalecimiento de capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Puno. Informe técnico de Microzonificación de la Región Puno*. ZEE-OT Puno.

## ANEXOS

### Escalas para interpretación de los resultados de análisis de suelos

<b>TEXTURA</b>		
Términos Generales		Clase Textural
Suelos	Textura	
Arenosos	Gruesa	Arena, Arena franca
Francos	Moderadamente gruesa	Franco arenosa gruesa Franco arenosa Franco arenosa fina
	Media	Franco arenosa muy fina Franca
		Franco limosa Limo
	Moderadamente fina	Franco arcillosa, Franco arcillo arenosa Franco arcillo limosa
Arcillosos	Fina	Arcillo arenosa Arcillo limosa Arcilla

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>PROFUNDIDAD EFECTIVA</b>	
Término descriptivo	Rango (cm)
Muy superficial	Menor de 25
Superficial	25-50
Moderadamente profundo	50-100
Profundo	100-150
Muy profundo	mayor de 150

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL</b>		
Clase	Denominación	Rango (Distancia en m)
0	Libre o ligeramente pedregoso	Mayor que 30
1	Moderadamente pedregoso	10-30
2	Pedregoso	2-10
3	Muy pedregoso	1-2
4	Extremadamente pedregoso	menor que 1

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>REACCIÓN DEL SUELO</b>	
Término descriptivo	Rango (pH)
Ultra ácido	Menos de 3.5
Extremadamente ácido	3.6-4.4
Muy fuertemente ácido	4.5-5.0
Fuertemente ácido	5.1 -5.5
Moderadamente ácido	5.6-6.0
Ligeramente ácido	6.1 -6.5
Neutro	6.6-7.3
Ligeramente alcalino	7.4-7.8
Moderadamente alcalino	7.9-8.4
Fuertemente alcalino	8.5-9.0
Muy fuertemente alcalino	más de 9.0

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>SALINIDAD DEL SUELO</b>		
Término Descriptivo	Rango (mS/cm)	
No salino	0-2	
Muy ligeramente salino	2-4	
Moderadamente salino	4-8	
Fuertemente salino	8-16	
Muy fuertemente salino	16-32	
Extremadamente salino	>32	
<b>SALINIDAD Y SODICIDAD</b>		
Término Descriptivo	% Sodio Intercambiable (PSI)	Rango (mS/cm)
No salino	< 15	0-4
Muy ligeramente salino	< 15	2-4
Salino	< 15	> 4
Sódico salino	> 15	> 4
Sódico no salino	> 15	> 4

FUENTE: Cari (2006). mS/cm = Milisiemens por centímetro

<b>CARBONATOS DEL SUELO</b>		<b>SATURACION DE BASES (SB)</b>
Nivel	Rango (%)	Rango (%)
Bajo	Menor de 1	Menor de 35
Medio	1-May	35-80
Alto	mayor de 5	mayor de 80

FUENTE: Departamento de Suelos y Fertilizantes, UNA La Molina.

<b>FERTILIDAD DEL SUELO</b>			
Nivel	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)
Bajo	Menor de 2	Menor de 7	Menor de 100
Medio	2- 4	7-14	100 - 240
Alto	Mayor de 4	Mayor de 14	Mayor de 240
<b>CLASES DE PENDIENTES</b>			
Rango (%)	Denominación	Clase	
0-2	Plano o casi a nivel	A	
2-4	Ligeramente inclinada	B	
4-8	Moderadamente inclinada	C	
8-15	Ligeramente empinada	D	
15-25	Moderadamente empinada	E	
25-50	Empinada	F	
50-75	Fuertemente empinada	G	
> 75	Extremadamente empinada	H	

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)</b>	
Nivel	Rango (me/100 g)
Muy bajo	0-5
Bajo	5-Oct
Medio	Oct-15
Alto	15-20
Muy alto	mayor de 20

FUENTE: Departamento de Suelos y Fertilizantes, UNA La Molina.

<b>Fragmentos rocosos (Gravosidad, pedregosidad o guijarrosidad)</b>	
Clase	Símbolo
Libre a ligeramente gravoso	0
Gravoso	1
Muy gravoso	2
Extremadamente gravoso	3

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>MICROTOPOGRAFÍA O MICRORRELIEVE</b>	
Clase	Símbolo
Plano	1
Ondulado suave	2
Ondulado	3
Microquebrado o microaccidentado	4

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

<b>DRENAJE</b>	
Clase	Símbolo
Ecesivo	A
Algo excesivo	B
Bueno	C
Moderado	D
Imperfecto	E
Pobre	F
Muy pobre	G
<b>ANEGAMIENTO O INUNDACIÓN FLUVIAL</b>	
Clase	Símbolo
Sin riesgo o peligro de inundación	0
Ligera	1
Moderada	2
Severa	4
Extrema	5

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú

**Tabla 23.** Datos de la evaluación y resultados de suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas) de la comunidad de Yanarico

FID	Shape *	Unidad suelo	Micro relieve	Profundidad	Textura	Reacción	Erosión	Inundable	Fertili dad	Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	Área (ha)
0	Polygon ZM	Ayagachi	Ondulado	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Sin riesgo	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Aquic Calcustept	53.78
1	Polygon ZM	Ayagachi	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Aquic Calcustept	91.12
2	Polygon ZM	Ayagachi	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Aquic Calcustept	363.65
3	Polygon ZM	Ayagachi	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Ligeramente alcalino	Muy ligera	Inundación ligera	Alto	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Aquic Calcustept	4.97
4	Polygon ZM	Ayagachi	Plano	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Aquic Calcustept	216.06
5	Polygon ZM	Ayagachi	Plano	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Aquic Calcustept	10.59
6	Polygon ZM	Cateria	Ondulado	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Neutro	Severa	Sin riesgo	Baja	Entisol	Orthent	Cryorthent	Typic Cryorthent	547.70
7	Polygon ZM	Cintegulla	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente gruesa	Neutro	Moderada	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	2476.18
8	Polygon ZM	Cintegulla	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente gruesa	Neutro	Moderada	Sin riesgo	Baja	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	328.39
9	Polygon ZM	Huafocco (Pampa)	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Ligeramente alcalino	Ligera	Inundación ligera	Baja	Mollisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	454.75
10	Polygon ZM	Huafocco (Pampa)	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Ligeramente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Alto	Mollisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	55.83
11	Polygon ZM	Huafocco (Pampa)	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Ligeramente alcalino	Ligera	Inundación moderada	Baja	Mollisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	34.83
12	Polygon ZM	Huafocco (Pampa)	Plano	Moderadamente profundo	Media	Ligeramente alcalino	Ligera	Inundación ligera	Baja	Mollisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	15.87
13	Polygon ZM	Huanu	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Ligeramente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Alto	Mollisol	Ustoll	Calcustept	Typic Calcustept	413.16
14	Polygon ZM	Kellocanch	Ondulado	Moderadamente profundo	Media	Fuertemente alcalino	Moderada	Sin riesgo	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Petrocalcic Calcustept	649.22
15	Polygon ZM	Laguna	Laguna	Laguna	Laguna	Laguna	Laguna	Laguna	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Petrocalcic Calcustept	27.50
16	Polygon ZM	Paka pucara	Plano	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Typic Calcustept	73.46
17	Polygon ZM	Paka pucara	Plano	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Typic Calcustept	354.32
18	Polygon ZM	Paka pucara	Plano	Moderadamente profundo	Media	Moderadamente alcalino	Muy ligera	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Typic Calcustept	5.579401
19	Polygon ZM	Paka pucara	Plano	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Moderadamente ácido	Muy ligera	Inundación moderada	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Typic Calcustept	855.81
20	Polygon ZM	Paka pucara	Plano	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Moderadamente ácido	Muy ligera	Inundación severa	Baja	Inceptisol	Ustept	Calcustept	Typic Calcustept	247.47
21	Polygon ZM	Pancora	Plano	Moderadamente profundo	Media	Ligeramente ácido	Ligera	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	160.33
22	Polygon ZM	Pancora	Plano	Moderadamente profundo	Media	Ligeramente ácido	Ligera	Inundación ligera	Baja	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	1171.78
23	Polygon ZM	Pucamayo	Plano	Moderadamente profundo	Media	Fuertemente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Alto	Mollisol	Ustoll	Calcustept	Aquic Calcustept	399.44
24	Polygon ZM	Río	Río	Río	Río	Río	Río	Río						42.55
25	Polygon ZM	Vaqueria	Microquebrado	Muy superficiales	Moderadamente fina		Ligera	Sin riesgo	Alto	Entisol	Orthent	Cryorthent	Lithic Cryorthent	4.35
26	Polygon ZM	Vizallani	Ondulado suave	Moderadamente profundo	Moderadamente fina	Ligeramente alcalino	Muy ligera	Inundación moderada	Alto	Mollisol	Ustoll	Calcustept	Aquic Calcustept	756.82

Fuente: MF\_Suelos.shp

**REGISTRO DE TRANSECCIÓN AL PASO (PARKER)**

PROYECTO: “CARACTERÍSTICAS AGROSTOLOGICA UTILIZANDO SIG Y  
TELEDETECCIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE YANARICO DEL  
DISTRITO DE CABANA”

Comunidad:.....Distrito:.....Provincia.....

Altitud:..... Zona ecológica:..... Fecha de evaluación:.....

Tipo de Vegetación:..... Período:..... Fecha:.....

Número de Transecta:..... Responsable:.....

Observaciones:.....

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

M = Mantillo, P = Pavimento de erosión, D = Suelo desnudo, R = Roca, L = Musgo

**REGISTRÓ DE ÍNDICE DE VIGOR**

PROYECTO: “CARACTERÍSTICAS AGROSTOLOGICA UTILIZANDO SIG Y TELEDETECCIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE YANARICO DEL DISTRITO DE CABANA’

Comunidad:..... Distrito:..... Provincia..... Altitud:..... Zona ecológica:.....

Fecha de evaluación:..... Tipo de Vegetación:..... Período:..... Fecha:.....

Responsable:..... Observaciones:.....

Sitio	Especies evaluadas	ESPECIES DOMINANTES (cm)										Prom. (cm)	Altura max (cm)	Índice de vigor (%)	Prom. de vigor (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1																
2																
3																
4																
5																



**Figura 13.** En época de lluvia, los pastos crecen y el campo se pone verde



**Figura 14.** Elección de sitio de estudio en los transectos en pajonal de la comunidad de Yanarico.



**Figura 15.** El ganado ovino pastorea libremente en el campo



**Figura 16.** Los pastoreo de vacunos en la comunidad de Yanarico



**Figura 17.** Material utilizado para trabajo de campo.



**Figura 21.** Recogida de datos con anillo censador



**Figura 18.** Sacando puntos de la parcela de la comunidad de Yanarico.



**Figura 22.** Lectura y anote de los datos de pastizales



**Figura 19.** Medición de la índice de vigor



**Figura 23.** Cosecha de parcelas en el cuadrante



**Figura 20.** Trabajo de campo con el cuadrante.



**Figura 24.** Pesado y secado de muestra en el laboratorio de la FCA – UNA – PUNO