



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
ESCUELA DE POST - GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA



**“MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA
DESCOMPOSICIÓN DEL ESTIERCOL DE
ALPACA PARA EL ABONAMIENTO DE LOS
BOFEDALES ALTOANDINOS”**

T E S I S

PRESENTADA POR :

NÉSTOR BELIZARIO QUISPE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGÍSTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ANDINA

ESPECIALIDAD: AGRICULTURA ORGÁNICA

PROMOCIÓN 2008

PUNO - PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
BIBLIOTECA CENTRAL
AREA DE TESIS
Fecha ingreso: 02 SEP 2014
N° 100524

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRIA EN AGRICULTURA ANDINA

**“MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA
DESCOMPOSICIÓN DEL ESTIERCOL DE ALPACA PARA EL
ABONAMIENTO DE LOS BOFEDALES ALTOANDINOS”**

Tesis presentada por el:

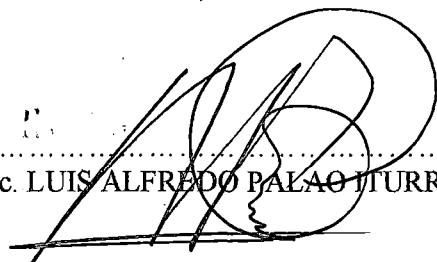
INGENIERO NÉSTOR BELIZARIO QUISPE

Para optar el Grado de Magister Scientiae en Agricultura Andina

Aprobado por el jurado revisor conformado por:

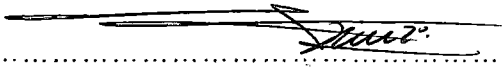
PRESIDENTE

.....
Ing. M. Sc. LUIS ALFREDO PALAO TURREGUI



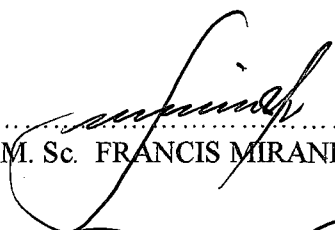
PRIMER MIEMBRO

.....
Ing. M. Sc. ELISBÁN URIEL HUANCA QUIROZ



SEGUNDO MIEMBRO

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



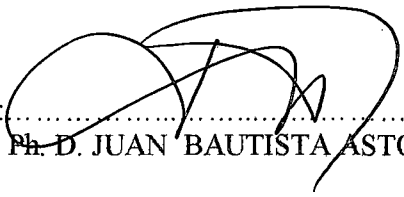
ASESOR DE TESIS

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



COASESOR

.....
Ph. D. JUAN BAUTISTA ASTORGA NEIRA



DEDICATORIA:

A Dios, dueño y creador del mundo, por darme una nueva oportunidad que mi brinda de seguir viviendo y compartir mis alegrías con los demás y poder expresar mis sentimientos, a cada una de aquellas personas que hicieron posible en la culminación de esta tesis.

A mis adorados padres Luciano y María Dolores con eterna gratitud por su apoyo y abnegación al apoyarme en la consecución de mis metas profesionales en mi vida.

A mis queridos hermanos Nicolás, Germán, Celso Javier y Walter por su apoyo incondicional, respaldo y aliento durante la ejecución de este trabajo de investigación y en me vida profesional.

A mis amigos y compañeros de escuela de postgrado de la universidad nacional del altiplano por compartir su amistad en todo momento de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO:

La oportunidad que nos brinda la vida de expresar nuestro agradecimiento, a cada una de las personas e instituciones que hacen posible la culminación y el alcance de las metas propuestas, es la mejor recompensa al trabajo realizado.

A la Universidad Nacional del Altiplano en especial a la Escuela de Postgrado, y a todos los señores docentes y administrativos de la Maestría en Agricultura Andina, por compartir sus experiencias profesionales y orientaciones para mi superación personal y post profesional.

Al Ing° M. Sc. ANGEL CARI CHOQUEHUANCA como Asesor, al Ph. D. JUAN BAUTISTA ASTORGA NEIRA. Como Coasesor del presente trabajo de investigación por su apoyo incondicional, durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, ofreciéndome orientación, confianza, amistad y apoyo en todo momento; muchas gracias por su comprensión y ser parte de mi formación post profesional.

Al Ing° M. Sc. ALFREDO PALAO ITURREGUI, Ing° M. Sc. ELISBÁN URIEL HUANCA QUIROZ y al Ing° M. Sc. FRANCIS MIRANDA CHOQUE, miembros de jurado del presente trabajo de investigación, por sus acertadas sugerencias y recomendaciones.

Por ultimo quiero agradecer a todos los amigos y compañeros de la Maestría en Agricultura Andina especialmente a mis compañeros de la especialidad Agricultura Orgánica.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
CAPITULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. GENERALIDADES SOBRE LOS MICROORGANISMOS EFICACES	4
2.1.1 Definiciones de Microorganismos Eficaces (EM)	4
2.1.2 Origen de los Microorganismos Eficaces (EM)	5
2.1.3. Características de los Microorganismos Eficaces (EM)	5
2.1.4 La Tecnología de los Microorganismos Eficaces (EM)	6
2.1.5. Composición Microbiológica de los Microorganismos Eficaces	7
2.1.5.1 Bacterias Fotosintéticas (<i>Rhodopseudomonas spp</i>)	7
2.1.5.2 Bacterias Acido Lácticas (<i>Lactobacillus spp</i>)	8
2.1.5.3 Levaduras (<i>Saccharomyces spp</i>)	8
2.1.5.4 Actinomicetos	9
2.1.5.5 Los hongos	9
2.1.6. Aplicaciones de los Microorganismos Eficaces (EM)	9
2.1.6.1 En la agricultura ecológica	9
2.1.6.2 En Abonos Orgánicos	10
2.1.6.3 En las plantas	11
2.1.6.4 En los suelos	11
2.1.6.5 En el Manejo el Medio Ambiente	12

2.1.7. Activación y Aplicación de los Microorganismos Eficaces (EM)	12
2.1.7.1 Detalles del Proceso de Activación	13
2.1.7.2 Utilización de EM activado	14
2.1.7.3 Durabilidad de EM-activado	14
2.1.7.4 Almacenamiento y Manejo de los Microorganismos Eficaces (EM)	14
2.2. GENERALIDADES DE ESTIERCOL DE ALPACA	16
2.2.1 Estiércol de alpaca	16
2.2.2 Tratamiento de Estiércol	16
2.2.3 Abuso de los abonos	17
2.2.4 Composición química de diversos abonos orgánicos	17
2.2.5 Compost orgánico: características y ventajas	18
2.2.6 Importancia de los abonos orgánicos	18
2.2.7 Descomposición de materia orgánica	19
2.2.8 Definición del compostaje	20
2.2.9 Agentes de descomposición de materia orgánica	20
2.2.9.1 Activo o caliente	21
2.2.9.2 Pasivo o frío	21
2.2.10 Propiedades del Compostaje	22
2.2.11 Factores que Condicionan el Proceso de Compostaje	22
2.2.11.1 Temperatura.	22
2.2.11.2 Humedad.	23
2.2.11.3 pH	23
2.2.11.4 Oxígeno	23
2.2.11.5 Relación C/N.	23
2.2.12 El Proceso de Compostaje.	24

2.2.12.1 Mesolítico	24
2.2.12.2 Termofílico	24
2.2.12.3 De enfriamiento	24
2.2.12.4 De maduración	24
2.2.13 Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados.	24
2.2.14 Efectos de Incorporación de Fertilizantes y Abonamiento de Pastizales.	25
2.2.15 Extracción, Fraccionamiento y Composición Química de la Materia Orgánica.	26
2.3. GENERALIDADES DE LOS BOFEDALES	27
2.3.1 Definición de los Bofedales	27
2.3.2 Importancia de los Bofedales	28
2.3.3 Componentes de un Bofedal	29
2.3.4 Características de los Bofedales	29
2.3.5 Clasificación de los Bofedales	32
2.3.6 Ubicación de los Bofedales en la Zona Andina	33
2.3.7 Manejo de Bofedales	34
2.3.8 Mejoramiento de los Bofedales	35
2.3.9 Conservación de los Bofedales	35
2.3.10 Importancia de los Bofedales	36
2.3.11 Tipos de Bofedales	37
2.3.12 Producción de Forrajera de los Bofedales	38
2.3.13 Composición Florística de los Bofedales	39
2.3.14 Capacidad y carga animal en los bofedales	40
CAPITULO III	43
METODOLOGÍA	43

3.1 MEDIO EXPERIMENTAL	43
3.1.1 Ubicación de los bofedales en estudio	43
3.1.2 Duración del trabajo de investigación	44
3.1.3. Características Ecológicas y Climáticas.	44
3.1.3.1 Bofedal Quimsachata.	44
3.1.3.2 Bofedal de Munay Paqocha	45
3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	45
3.2.1 Microorganismos eficientes (EM).	45
3.2.2 Estiércol de Alpaca.	46
3.2.3 Bofedales.	46
3.3 METODO.	47
3.3.1 Metodología para la Activación de Microorganismos Eficientes (EM)	47
3.3.1.1 Conversión de EM activado	47
3.3.2 Aplicación de EM activado para la descomposición de estiércol de alpaca	47
3.3.2.1 Conversión de estiércol de alpaca.	48
3.3.2.2 Aplicación de estiércol descompuesto con EM en los dos bofedales seleccionadas	48
3.3.4 Factores en estudio.	49
3.3.4.1 Dosis de aplicación de EM	49
3.3.4.2 Bofedales seleccionadas	49
3.3.5 Variables en estudio	49
3.3.6 Diseño Experimental	49
3.3.6.1 Modelo Matemático	50
3.3.7 Observaciones realizadas	50

3.3.8 Medición de Variables en Estudio.	50
3.3.8.1 Efecto y dosis óptima de descomposición de estiércol de alpaca (%).	51
3.3.8.2 Composición florística de los bofedales (%), Producción de materia verde y seca de los 02 bofedales (kg/ha).	51
3.3.8.3 Capacidad de carga animal (UA/Ha).	53
3.3.9 Observaciones a realizarse en el trabajo de investigación	53
3.3.9.1 Condiciones climáticas (T°, PP y H°R)	53
3.3.9.2 Análisis del suelo del experimento	56
3.3.9.3 Análisis de agua	56
3.3.9.4 Análisis microbiológico del suelo	57
CAPITULO IV:	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1 Análisis de estiércol fresco y descompuesto	58
4.2 Composición florística de los bofedales.	60
4.2.1 Bofedal de Quimsachata	60
4.2.2 Bofedal de Munay Paqocha.	64
4.2.3 Producción de Materia Verde Kg/Há	68
4.2.4 Producción de Materia Seca Kg/Há	73
4.3 Estimado de la Capacidad de Carga Óptima de los bofedales.	79
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	91

INDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	PAG.
Cuadro N° 01	El análisis realizado en el laboratorio de suelos de la U. N. A. La Molina – Lima	16
Cuadro N° 02	Composición química de estiércoles	17
Cuadro N° 03	Ubicación política y geográfica de los bofedales de estudio.	43
Cuadro N° 04	Datos Meteorológicos anuales de los últimos 10 años del bofedal Quimsachata	44
Cuadro N° 05	Datos Meteorológicos anuales de los últimos 10 años del bofedal Munay Paqocha.	45
Cuadro N° 06.	Análisis del suelo Inicial y Final de los dos Bofedales	46
Cuadro N° 07.	Análisis de agua de los dos bofedales en estudio	46
Cuadro N° 08	Dosis de aplicación de EM en los dos bofedales	47
Cuadro N° 09	Dosis de aplicación por tratamiento	49
Cuadro N° 10	Análisis de Varianza	50
Cuadro N° 11	Datos meteorológicos mensuales T°, PP. y HR del año 2009	54
Cuadro N° 12	Análisis microbiológico de los dos bofedales en estudio.	57
Cuadro N° 13	Resultados del análisis de descomposición de estiércol	59
Cuadro N° 14	Composición florística en la época de lluvias del bofedal de Quimsachata.	51
Cuadro N° 15	Composición florística en la época seca del bofedal de Quimsachata.	62
Cuadro N° 16	Comparación de la época de lluvias y seca de composición florística entre tratamientos del bofedal Quimsachata	63
Cuadro N° 17	Composición florística inicial del bofedal de Munay Paqocha, entre tratamientos.	65
Cuadro N° 18	Composición florística final del bofedal de Munay Paqocha, entre tratamientos.	66
Cuadro N° 19	Comparación inicial y final de composición florística entre tratamientos del bofedal Munay Paqocha.	67
Cuadro N° 20	Comparación de promedios de resultados de materia verde	68
Cuadro N° 20.1	Análisis de varianza en la producción de materia verde en el bofedal de Quimsachata	70

Cuadro N° 20.2. Prueba de significancia de medias de Duncan de la producción de materia verde del bofedal Quimsachata	70
Cuadro N° 20.3 Análisis de varianza en la producción de materia verde en el bofedal de Munay paqocha	71
Cuadro N° 20.4 Prueba de significancia múltiple de medias de Duncan	72
Cuadro N° 21 Comparación de promedios de resultados de materia seca	73
Cuadro N° 21.1 Análisis de varianza en la producción de materia seca en el bofedal de Quimsachata	76
Cuadro N° 21.2 Prueba de significancia de medias de Duncan	77
Cuadro N° 21.3 Análisis de varianza en la producción de materia seca en el bofedal de Munay paqocha.	78
Cuadro N° 21.4 Prueba de significancia de medias de Duncan	78
Cuadro N° 22 Consumo de materia seca, kg/día/alpaca, de los bofedales evaluados	80
Cuadro N° 23 Estimado de la Carga animal óptima entre tratamientos en el bofedal de Quimsachata.	80
Cuadro N° 24 Estimado de la Carga animal óptima entre tratamientos en el bofedal de Munay Paqocha.	81
Cuadro N° 25 Consolidado de los datos obtenidos en el bofedal Quimsachata durante el año 2009	82
Cuadro N° 26 Consolidado de los datos obtenidos en el bofedal Munay Paqocha durante el año 2009	82

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO	CONTENIDO	PAG.
Grafico N° 01	Parcela de transecta lineal radial para el censo de la composición vegetal de bofedales	51
Grafico N° 02	Climadiagrama del bofedal Quimsachata.	55
Grafico N° 03	Climadiagrama del bofedal Munay paqocha	55
Grafico N° 04	Evaluación de análisis de estiércol de alpaca	59
Gráfico N° 05	Variación de la producción anual de materia verde en los 2 bofedales	69
Gráfico N° 06	Variación de la producción anual de materia seca en los 2 bofedales en estudio.	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PAG.
Figura N° 01.	Croquis del campo experimental	48

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	CONTENIDO	PAG.
Anexo N° 01	Ubicación de los bofedales en la mapa del departamento de Puno	91
Anexo N° 02	Resultados de Materia Verde por Tratamiento del Bofedal Quimsachata en Kg/Ha.	92
Anexo N° 03	Resultados de Materia Verde por Tratamiento del Bofedal Munay Paqocha en Kg/Ha.	92
Anexo N° 04	Resultados de Materia Seca por Tratamiento del Bofedal Quimsachata en Kg/Ha.	93
Anexo N° 05	Resultados de Materia Seca por Tratamiento del Bofedal Munay Paqocha en Kg/Ha.	93
Anexo N° 06	Resultados de análisis físico químico de estiércol del alpaca	94
Anexo N° 07	Resultados de análisis de fertilidad del suelo del bofedal Quimsachata al inicio del trabajo de investigación	95
Anexo N° 08	Resultados de análisis de fertilidad del suelo del bofedal Munay Paqocha al inicio del trabajo de investigación	96
Anexo N° 09	Resultados de análisis de fertilidad del suelo del bofedal Quimsachata al final del trabajo de investigación	97
Anexo N° 10	Resultados de análisis de fertilidad del suelo del bofedal Munay Paqocha al final del trabajo de investigación	98
Anexo N° 11	Certificado de análisis de agua del bofedal Quimsachata	99
Anexo N° 12	Certificado de análisis de agua del bofedal Munay Paqocha	100

Anexo N° 13 Certificado de análisis de microbiológico del bofedal Quimsachata al inicio del trabajo de investigación	101
Anexo N° 14 Certificado de análisis de microbiológico del bofedal Munay Paqocha al inicio del trabajo de investigación	102
Anexo N° 15 Certificado de análisis de microbiológico del bofedal Quimsachata al final del trabajo de investigación	103
Anexo N° 16 Certificado de análisis de microbiológico del bofedal Munay Paqocha al final del trabajo de investigación	104
Anexo N° 17 Certificado de datos meteorológicos del año 2000 a 2009 del bofedal Quimsachata	105
Anexo N° 18 Certificado de datos meteorológicos del año 2000 a 2009 del bofedal Munay Paqocha	106

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se efectuó en dos bofedales del altiplano sur - peruano, Munay Paqocha - Macusani 4650 msnm. y Quimsachata – Santa Lucia 4300 msnm., en el Departamento de Puno. Los objetivos fueron: Evaluar el efecto y la dosis de microorganismos eficaces (EM) sobre la descomposición de estiércol de alpaca, Determinar la composición florística, producción de materia verde y seca en los dos bofedales por efecto de aplicación de estiércol tratada con EM, Evaluar el rendimiento y la capacidad de carga animal de los bofedales con aplicación de EM. Para evaluar el efecto y la dosis de EM sobre la descomposición de estiércol de alpaca, el EM se ha activado a una temperatura de 36°C en una estufa por un periodo de 7 días. Utilizando una proporción de 5% de EM, 5% de melaza con 90% de agua destilada después de activada se aplicó al estiércol fresco y seco adicionando 20 litros de agua de pozo con diferentes dosis/tratamiento por un tiempo de 30 días después de este periodo de descomposición se realizó el análisis de ácidos fúlvicos y húmicos, obteniendo la dosis óptima encontrada en el tratamiento T6 con 3 litros de EM/ha, superando a los demás con 9.91 % de ácidos húmicos y 18.45% de ácidos fúlvicos en comparación con el testigo sin EM 2.10% de ácidos húmicos y 4.57% de ácidos fulvicos existe una diferencia notable en la dosis, de la misma manera en el efecto de EM de los bofedales fue el tratamiento T6. Para evaluar la composición florística se utilizó el método de “puntos en parcela lineal permanente” en donde se encontró un alto porcentaje de especies deseables en el bofedal, Quimsachata durante la primera evaluación (época de lluvias) con 83.74%, disminuyendo en la segunda evaluación (época seca) a 71.76%, mientras que en el bofedal Munay Paqocha

en la primera evaluación (época de lluvias) se obtuvo un 76.74% disminuyendo también en la segunda evaluación (época seca) a 58.96% y el rendimiento de la producción de materia verde y seca acumulada fue superior en el bofedal Quimsachata específicamente con tratamiento T6 que sobresalió con 16,529.17 kg/ha de MV y 4,445.83 kg/ha de MS, existiendo la diferencia con el testigo que tiene 12,368.06 kg/ha de MV y 2,312.50 kg/ha de MS y en el bofedal Munay Paqocha el tratamiento T6 que alcanzó con 11,994.44 kg/ha de MV y 3,059.72 kg/ha de MS, existiendo la diferencia con el testigo que tiene 9,145.85 kg/ha de MV y 1,795.83 kg/ha de MS. La carga animal máximo en el bofedal Quimsachata se obtuvo en el tratamiento T6 con 4.48 UAA/ha/año, existiendo diferencia con el testigo que tiene la capacidad de 2.33 UAA/ha/año., en el bofedal de Munay Paqocha se obtuvo en el tratamiento T=6 con 3.14 UAA/ha/año, existiendo diferencia con el testigo que tiene la capacidad de 1.84 UAA/ha/año. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación señalan claramente que los microorganismos eficaces (EM) han sido fundamentales en la descomposición del estiércol de alpaca, y en el rendimiento de materia verde y seca por ende la capacidad de carga animal incrementará con el buen manejo adecuado de los bofedales.

Palabras clave: bofedal, microorganismos eficaces (EM), ácido húmico y fúlvico.

ABSTRACT

This research was carried out in two bogs of the southern highlands - Peruvian Munay Paqocha - Macusani at 4650 m. height Quimsachata - Santa Lucia at 4300 m., Department of Puno. The main objectives were to: evaluate the effect and dose of *effective microorganisms* (EM) on the decomposition of alpaca manure, determine the floristic composition, production of fresh green and dry matter in the two wetlands as a result of application of manure treated MS, Evaluate the performance and carrying capacity of wetlands animal with application of (EM). To evaluate the effect and the dose of EM on the decomposition of alpaca manure, EM was activated at a temperature of 36 ° C in an over for a period of 7 days. Using a ratio of 5% EM, 5% molasses and 90% distilled water activated after manure was applied to cool dry alpaca adding 20 liters of well water with different doses/treatment for a period of 30 days this period of decomposition analysis was performed humic acid and fulvic acids, obtaining the optimal dose of EM/ha is 3 liters, the treatment T6 in comparison with others with 9.91% of humic and fulvic acids 18.45% in compared to controls without EM 2.10% of humic and fulvic acids 4.57% there is a noticeable difference in dose, the same way the effect of EM in the wetlands was the treatment T6. To evaluate the floristic composition, the method of "continuous linear plot points" where found a high percentage of desirable species in the marsh of the bog, Quimsachata during the first assessment (rainy season) with 83.74%, whereas in the second evaluation (dry season) to 71.76% the average of the treatments, while in the bog Munay Paqocha the first evaluation (rainy season) was 76.74% declining also in the second evaluation (dry season) to 58.96% average treatment and performance

of the production of in green and dry matter accumulated was higher in the bog Quimsachata specifically in T6 out standing with 16,529.17 kg/ha of GM and 4,445.83 kg/ha of DM, and there was a difference with the witness which was 12,368.06 kg/ha of GM and 2,312.50 kg/ha of DM and the bog Munay Paqocha treatment T6 that stood with 11,994.44 kg/ha of GM and 3,059.72 kg/ha of DM, and there the difference with the witness is 9,145.85 kg/ha of GM and 1,795.83 kg/ha of DM. Stocking up on the bog Quimsachata was obtained in T6 with 4.48 UAA/ ha/year, and there were differences with relating towifnesswich has the capacity to 2.33 UAA/ ha/year., In the bog on Munay Paqocha was obtained in T6 with in relating 3.14 AAU/ha/year, with to witness there was a difference in capability of 1.84 AAU/ha/year. The results obtained in this research clearly indicate that *effective microorganisms* (EM) have been fundamental in the Alpaca manure decomposition, and yield of green matter and dry thus the animal carrying capacity will increase with good sound management of the wetlands.

Keywords: bog, *effective microorganisms* (EM), húmic and fúlvic acids.

INTRODUCCIÓN.

En la denominada zona Puna del altiplano sur peruano, la vegetación de los bofedales se compone de diversas especies herbáceas agrupadas como ciperáceas, juncáceas, rosáceas, gramíneas y otras; en proporciones muy variadas de acuerdo con el clima, altitud, suelo y agua disponible. Estas comunidades de plantas constituyen el principal alimento para la crianza de camélidos sudamericanos y se mantienen con aguas de deshielo y manantiales naturales que saturan con humedad durante todo el año. Estos bofedales, a pesar que constituyen una mínima cantidad de la superficie, son vitales para el funcionamiento de los sistemas de producción de las pastizales nativos, además los bofedales son considerados buenos y superiores en calidad forrajera a otras asociaciones nativas, esto explica porque son utilizados en la alimentación de alpacas y con buenos resultados, durante la época cruzamiento o monta (diciembre-marzo) en las épocas de parición (noviembre-febrero), y adicionando pueden ser utilizadas para sostener y fortalecer los periodos de crecimiento de las crías de las alpacas.

Sin embargo el sobre pastoreo, la degradación y el mal manejo de los bofedales, está ocasionando una disminución en la capacidad productiva forrajera de estas áreas. Por lo tanto, la determinación de la producción biomasa anual de los bofedales durante el año 2009 es una información importante para estimar si existe o no un manejo adecuado de estas praderas. En la actualidad se observa una degradación aparente y disminución de superficies de bofedales, por lo que es necesario investigar e incrementar los conocimientos sobre su dinámica y formas de recuperación, así como establecer las técnicas para el uso y manejo adecuado, sustentable y eficiente de estos ecosistemas.

CAPITULO I:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los bofedales del Altiplano Peruano, representan una fuente fundamental para el sustento de la actividad ganadera, soporta una importante y alta carga animal por sus pastos altamente nutritivos y son sustento de los Camélidos Sudamericanos. Los bofedales cumplen roles vitales en el funcionamiento del sistema altoandino, almacenando eficientemente el recurso hídrico, logrando el desarrollo de una vegetación rica y diversa, permitiendo así albergar especies endémicas de importancia mundial; sin embargo, dichas áreas están sujetas a diferentes factores que determinan su estructura y dinámica; tales como latitud, altitud, temperatura, precipitación, cantidad de agua que reciben, acidez del suelo y el efecto modificador que ocasiona el hombre. Los mismos que pueden ser positivos y/o negativos, muchas veces la actividad humana no miden las consecuencias de su intervención afectando el ambiente natural.

Este trabajo de investigación, se ejecuto desde el mes Enero a Diciembre del 2009 en dos bofedales de la zona agro ecológica de Puna del departamento de Puno con la finalidad de propiciar la restitución de nutrientes al suelo que hospeda

a las praderas y mejorar el rendimiento de pastos disponibles a través del abonamiento del bofedal; así como evaluar el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo y la variación de la composición florística de la pradera natural, y se ha planteado los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto y la dosis de Microorganismos Eficientes (EM) sobre la descomposición de estiércol de Alpaca.
2. Determinar la composición florística, producción de materia verde y seca en los dos bofedales por efecto de aplicación de estiércol tratada con EM
3. Evaluar el rendimiento y la capacidad de carga animal de los bofedales en estudio con la aplicación de microorganismos eficaces (EM).

CAPITULO II:

MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES SOBRE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM)

2.1.1 Los Microorganismos Eficaces (EM)

En principio la abreviación en ingles EM significa Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Universidad EARTH de Costa Rica: <http://www.earth.ac.cr>).

Los EM son una mezcla de bacterias y levaduras benéficas, no manipuladas genéticamente, y presentes en ecosistemas naturales, que de manera armónica, simultanea y fisiológicamente compatibles, actúan en favor de diferentes actividades de producción y de la vida diaria, coadyuvando en distintos procesos físicos químicos y biológicos (Ecotecnologías S.A.: www.ecotecnologias.com.ve).

La denominación EM significa "microorganismos eficaces". EM es un producto microbiano que tiene muchas posibilidades de aplicación. Puesto que EM está compuesto de diversas clases de microorganismos vivos, que se pueden

reproducir con tal de que reciban una alimentación adecuada y que se encuentren en un ambiente apropiado. De esta manera es posible activarlos y multiplicarlos, esto indica que EM es un producto muy económico (Página oficial de EMRO Japón: <http://emrojapan.com>).

2.1.2 Origen de los Microorganismos Eficaces (EM)

La Tecnología EM fue desarrollada hace 25 años por el Dr. Teruo Higa, profesor de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, como una opción viable y sostenible para la producción agrícola, animal y la restauración ambiental. El Dr. Teruo Higa creó la organización internacional EMRO (EM Research Organization) con sede en Japón destinada a la investigación y transferencia de la tecnología desarrollada (Ecotecnologías S.A.: www.ecotecnologias.com.ve).

Actualmente esta tecnología se encuentra distribuida en más de 130 países, y en el año 2005 EMRO autorizó de manera exclusiva a la empresa Ecotecnologías, S.A. para su introducción y difusión en el Perú.

2.1.3. Características de los Microorganismos Eficaces (EM)

HIGA, T. (1993). Manifiesta que los EM están conformados por microorganismos vivos clasificados en nivel de bioseguridad 1, no patógenos y por lo tanto seguros para el ser humano, los animales y las plantas, como tal.

- Es un producto biológico.
- Transforma la materia orgánica mediante la fermentación, evitando la putrefacción, reduciendo así olores ofensivos.
- Es de fácil manejo y utilización.
- Produce sustancias útiles como hormonas, vitaminas, minerales, aminoácidos y antioxidantes entre otros.

- Es un producto seguro para los animales y el ser humano.
- Posee bajo costo.
- Es amigable para el medio ambiente.
- Su uso mejora la productividad

2.1.4 La Tecnología de los Microorganismos Eficaces “EM”

La Tecnología EM fue desarrollada en la década de los 80 por el Doctor Teruo Higa, profesor de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, como una opción viable y sostenible para la producción agrícola y animal dentro de los parámetros orgánicos y biológicos, para no afectar el medio ambiente, así como para lograr productos de alta calidad con bajo costo. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, redesarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 130 países del mundo y aprobado en varios e importantes países, entre ellos los Estados Unidos, cuyo departamento de agricultura incluyó a todos los microorganismos presentes en los EM, dentro de la categoría de G.R.A.S. - Generally Recognized As Safe - SEGUROS PARA EL MEDIO AMBIENTE. (Ecotecnologías S.A.: www.ecotecnologias.com.ve)

HIGA T. (1993). Indica que el EM puede aumentar significativamente los efectos benéficos de un manejo correcto en suelos y plantas, especialmente en agricultura orgánica. La solución de EM ayudará en el proceso de descomposición de la materia orgánica a través de la fermentación y producirá ácidos orgánicos beneficiosos, sustancias bioactivas y vitaminas.

2.1.5. Composición Microbiológica de los Microorganismos Eficaces.

El EM es un producto que compone de la mezcla de cinco diferentes tipos de microorganismos (bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos), los de mayor importancia son los 3 primeros, que poseen propiedades de fermentación, producción de sustancias bioactivas, lo cual ayuda a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que conviven en el entorno, trayendo efectos positivos para la salud y el ecosistema. (Página oficial de EMRO Japón: <http://emrojapan.com>)

Según HIGA, T. (1993), los diferentes tipos de microorganismos presentes en el EM, toman sustancias orgánicas y sustancias generadas por otros organismos, basando en ellas su funcionamiento y desarrollo. Durante su desarrollo los Microorganismos Eficaces sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas benéficas para los animales. Durante su desarrollo los Microorganismos Eficaces sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

HIGA, T. (1993), Menciona además que los principales Microorganismos en EM son: Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*), Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) y Levaduras (*Saccharomyces spp*) y en mínima proporción están los Actinomicetos y Hongos

2.1.5.1 Bacterias Fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*)

Son un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes, los cuales sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (Ej. Amoníaco y sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias incluyen

aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas e impiden la producción de gases sulfurosos y amoniacales, generadores de malos olores (HIGA, T. 1993).

2.1.5.2 Bacterias Acido Lácticas (*Lactobacillus spp*)

Las bacterias ácido lácticas son bacterias Gram Positivas, normalmente son inmóviles y no esporuladas, que dan lugar a ácido láctico como principal o único producto de su metabolismo fermentativo. Todas las bacterias del ácido láctico crecen anaeróbicamente. No obstante, a diferencia de muchos anaerobios, la mayoría no son sensibles al O₂, y pueden crecer en presencia o en ausencia del mismo. Por lo tanto son anaerobios aerotolerantes (crecen tolerando el oxígeno). Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Han sido usadas por mucho tiempo en la producción de alimentos como el yogurt, leches ácidas y pepinillos. Pero además el ácido láctico es un compuesto altamente esterilizador que suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica (HIGA, T. 1993).

2.1.5.3 Levaduras (*Saccharomyces spp*)

Las levaduras sintetizan sustancias bioactivas antimicrobiales y otras sustancias útiles tales como hormonas y enzimas, que ayuden a promover la división celular para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como las hormonas y enzimas, promueven la división activa de las células y raíces (HIGA, T. 1993).

Las levaduras normalmente predominan en hábitats con abundante azúcar, tales como frutas, flores, e incluso corteza de los árboles. Algunas especies se emplean para la elaboración del pan y la producción de bebidas alcohólicas por fermentación, pues segregan enzimas que convierten los azúcares en alcohol y CO₂. Otras son responsables de la aparición de sabores especiales en ciertos vinos una vez que se ha realizado la fermentación principal. A las levaduras se les atribuyen además ciertas propiedades de control del pH del rumen. Por otro lado pueden también considerarse como una fuente natural de vitaminas y ácidos orgánicos para la población microbiana del rumen (HIGA, T. 1993).

2.1.5.4 Actinomicetos.- suprimen los hongos y bacterias dañinas y pueden vivir con las bacterias fotosintéticas.

2.1.5.5 Los hongos.- provocan la fermentación estos se descomponen las sustancias orgánicas rápidamente. Esto suprime el olfato y evita los daños que pudieran ser causados por los insectos nocivos.

2.1.6 Aplicaciones de los Microorganismos Eficaces (EM)

2.1.6.1 En la Agricultura Ecológica

HIGA, T. (1993). Menciona que la agricultura ecológica, también conocida como orgánica, se ha definido como Agricultura alternativa que se propone obtener unos alimentos de máxima calidad nutritiva respetando el medio y conservando la fertilidad del suelo.

Para obtener alimentos con estas características es necesario adoptar tanto nuevas actitudes delante la producción así como nuevas técnicas de cultivo donde EM tiene una función importante:

- Producir alimentos de la máxima calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica en suficiente cantidad.

- Mantener o incrementar la fertilidad del suelo durante años.
- Utilizar el máximo de recursos renovables de los agroecosistemas, optimizando los recursos locales.
- Conservar los recursos naturales y genéticos, preservando las especies y variedades autóctonas, y en general la diversidad biológica tanto agrícola como silvestre.
- En general, el aprovechamiento y la potenciación de todos los procesos y equilibrios naturales de los agroecosistemas, fomentando y estimulando los ciclos biológicos.
- En cada uno de estos principios generales para la producción ecológica, EM tiene una actuación específica.

2.1.6.2 En Abonos Orgánicos

- Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacales).
- Evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.
- Acelera el proceso de compostaje a una tercera parte del tiempo de un proceso convencional (HIGA, T. 1993).

2.1.6.3 En las plantas

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (HIGA, T. 1993).

2.1.6.4 En los Suelos

- Los efectos de los microorganismos en los suelos tratados con materia orgánica enriquecida con los EM, está enmarcado en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades.
- Los EM, como inoculante microbiano, reestablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible
- Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.
- Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los

mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

- Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (HIGA, T. 1993).

2.1.6.5 En el Manejo del Medio Ambiente

HIGA, T. (1993). Menciona que el manejo del medio ambiente es un tema importante y controvertido en la agricultura moderna. Los desechos agrícolas, la descarga de aguas contaminadas y la mitigación de la dioxina que se desarrolla por la incineración o desintegración de desechos, son todos problemas a los que se enfrenta la humanidad.

El papel del EM en el manejo medioambiental es de importancia significativa. Esta solución microbiana que fue inicialmente desarrollada para sistemas agrícolas orgánicos y naturales.

- Reduce los malos olores provenientes de estiércol y orina.
- Ayuda al aprovechamiento eficiente de los desechos animales como subproductos enriquecidos y seguros, eliminando microorganismos patógenos y semillas de malezas.

2.1.7 Activación y Aplicación de los Microorganismos Eficaces (EM)

PETER, F. (2006). Indica que si bien en algunos sitios ó para algunas aplicaciones se sugieren su uso directo, es decir la aplicación directa del EM, en general y para la mayoría de las aplicaciones, el EM deberá activarse previamente, para “despertar” a los microorganismos que contiene. Este proceso de activación consiste en mezclar una parte de EM, una parte de alguna sustancia (Activador)

que provea energía a los microorganismos (como puede ser algún tipo de azúcar, glucosa, miel de caña, etc.) y agua de buena calidad sin cloro hasta completar el volumen final del líquido a obtener. La activación se realiza generalmente en la siguiente proporción: 5 % EM, 5 % Activador (miel de caña) y 90% Agua buena sin cloro.

2.1.7.1 Detalles del Proceso de Activación

PETER, F. (2006). Menciona que el proceso de activación del EM se completará en un lapso de entre 7 días dependiendo éste tiempo de la temperatura ambiental. Deberá tenerse la precaución de (mientras dure el proceso) mantener la condición anaeróbica, es decir impedir el ingreso de aire al recipiente donde se está realizando el proceso. Recomendamos utilizar siempre recipientes plásticos, ya que durante el proceso se generan gases, que podrían causar daños en caso de utilizar recipiente de vidrio. Es importante evacuar los gases cada día, aflojando la tapa del recipiente. Al dejar de producir gases, la activación estará lista. A este producto lo llamaremos en adelante; "EM – A" ó (EM activo) EM-a (activado)

PETER, F. (2006). Indica que es necesario lavar los contenedores muy bien. Nunca usar botellas o contenedores de vidrio, porque posiblemente desde el segundo día se podrían romper debido a la producción de gases durante la fermentación. Siempre hay que tener el tapón algo suelto para dejar escapar los gases cuando es necesario. No usar melaza que contenga conservantes, también podría ser que alguna clase de melaza esté contaminada, por ejemplo por microbios indeseables, (cuando se nota un moho en la superficie de la melaza). En este caso tiene que hervir la melaza antes de usarla.

La mejor es la melaza negra que contiene muchos minerales que mejoran la calidad de EM. Se puede usar agua pluvial (de lluvia), agua destilada comercial, agua de fuente o agua del grifo. Se recomienda usar agua, lo más limpia posible. La calidad del agua es muy importante para la preparación de una buena calidad de EM activado. Una temperatura buena para la fermentación (propagación) es entre 30 y 40 grados Celsius (PETER, F. 2006)

2.1.7.2 Utilización de EM activado

PETER, F. (2006). Manifiesta que después de 7 días, cuando el pH ha caído por debajo de 3.8, el EM activado estará listo para su uso. El ideal es con un pH de 3 a 3.5, cuando el olor es agri-dulce y el color se ha cambiado de negro a un marrón-rojizo. Sin embargo los resultados de la fermentación de EM pueden ser diferentes, debido a factores como: la calidad de EM y de la melaza, diferencias en las temperaturas del agua en el momento de mezclarlo o cuando se mezcla la melaza con agua, también la temperatura del ambiente es importante.

2.1.7.3 Durabilidad de EM - activado

PETER, F. (2006). Indica que lo mejor es usar el EM-activado cuando está recién hecho y cuando el pH está todavía por debajo de 4,0. En este periodo los microorganismos son muy activos. Cuando EM-activado esta hecho puede usarlo durante un mes, sin embargo después de algún tiempo los efectos de EM-a disminuyen y no son tan fuertes como cuando está fresco.

2.1.7.4 Almacenamiento y Manejo de EM

PETER, F. (2006). Recomienda que los microbios deben estar mantenidos fuera de la luz solar directa y a temperatura ambiente. No refrigerar los microbios. Para el uso se debe tomar en cuenta la fecha de vencimiento. El EM de buena calidad

tendrá una aroma agridulce y un pH inferior a 3.7, Tenga en cuenta de que se trata de organismos vivos. Los mejores resultados se dieron cuando el EM es compatible con el buen manejo del suelo. Los microorganismos eficaces se alimentan de los residuos de cultivos, cultivos de cobertura, compost y otras formas de materia orgánica. El EM-activado se tiene que guardar en un contenedor que cierre herméticamente y además sea impermeable para que el contenido quede en un estado anaeróbico. La temperatura ambiental tiene que ser de 20-30 grados Celsius. No debe ponerse el EM en el frigorífico. Cuando el EM-activado produce mal olor o si el pH sube por encima de 4,0 es posible que esté contaminado con microbios indeseables en este caso se debe botar.

2.2. GENERALIDADES DEL ESTIERCOL DE ALPACA

2.2.1 Estiércol de alpaca.

LABRADOR, J. (1996). Indica en un estudio realizado sobre riqueza media en elementos fertilizantes de distintos tipos de estiércol determinó que por cada 1000 Kg. de estiércol de alpaca existe 8,2 Kg. de nitrógeno, 2,1 Kg. de ácido fosfórico y 8,4 Kg. de Potasio, superando al estiércol de caballo, cerdo y de vacuno. Sus propiedades oscilan entre las del estiércol bovino y ovino; es el estiércol de riquezas más elevadas en N y K₂O del de todos los demás animales.

- El efecto sobre la estructura del suelo es mediano.
- La persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo año y el 15% el tercer año.

Cuadro N° 01 El análisis realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima dando los siguientes resultados:

CLAVE	C.E.mm	pH	M.O. %	N %	P %	K %	CaO %	MgO%	Hd %	C / N
Estiércol de alpaca	11.65	7.96	71.33	1.98	1.09	2.07	5.29	1.92	8.45	20.59
Estiércol de cuy	4.90	7.77	84.25	1.90	0.98	2.51	1.18	0.50	8.75	25.71
Estiércol de ovino	9.90	8.44	68.42	1.51	1.41	2.93	4.73	2.24	8.12	25.71

Fuente: UNA Molina (1997)

2.2.2 Tratamientos de Estiércol

Para transformar el estiércol en abonos orgánicos es preciso seguir un método que reduzca la presencia de bacterias patógenas. La creación de abono es un proceso natural, biológico, mediante el cual el material orgánico se degrada y descompone. El proceso de transformación en abono es llevado a cabo por bacterias y hongos que fermentan el material orgánico y lo reducen a un humus estable. Debido a que el proceso de fermentación genera mucho calor, reduce o elimina los riesgos biológicos en la materia orgánica. (LABRADOR, J. 1996).

2.2.3. Abuso de los Nutrientes

SÁNCHEZ, C. (2003). Manifiesta que los cultivos requieren nutrientes indispensables para su crecimiento, aunque aquellos que la planta no pueden asumir van a quedarse en el subsuelo e irán filtrándose hacia niveles freáticos inferiores. El abuso de nutrientes ha provocado la presencia de excedentes en (N, P, K) en el subsuelo y en las capas freáticas, poniendo en peligro la sostenibilidad medioambiental del territorio.

Podemos definir los fertilizantes como cualquier sustancia que se aplique sobre el terreno y que contenga uno o varios de los elementos indispensables para aumentar el crecimiento de la vegetación: comprende el estiércol y restos de vegetales.

2.2.4 Composición Química de Diversos Abonos Orgánicos

LABRADOR, J. (1996). Menciona que los abonos orgánicos, también se conocen como enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes naturales, entre otros. Asimismo, existen diversas fuentes orgánicas como por ejemplo: abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bio abonos, los cuales varían su composición química de acuerdo al proceso de preparación e insumos que se emplean.

Cuadro N° 02 Composición química de estiércoles

Estiércoles	Humedad (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Estiércol de vaca	83,2	1,67	1,08	0,56
Estiércol de caballo	74,0	2,31	1,15	1,30
Estiércol de oveja	64,0	3,81	1,63	1,25
Estiércol de llama	62,0	3,93	1,32	1,34
Estiércol de alpaca	63,0	3,60	1,12	1,29

Fuente: Guerrero, 1993. Cifras basadas en análisis químicos

2.2.5 El Compost Orgánico: Características y Ventajas

SÁNCHEZ, C. (2003). Indica que el compost orgánico tiene las siguientes características y ventajas.

- Abono orgánico apto para su uso en Agricultura Ecológica, obtenido por fermentación de estiércoles y restos vegetales.
- Biofertilizante completo que aporta a las plantas lo necesario para su desarrollo y producción.
- Mejora de las cualidades organolépticas de frutos y flores.
- Acelera el desarrollo radicular y procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color.
- La riqueza en materia orgánica lo convierte en un abono de alta calidad para recuperación de suelos.
- Útil para todo tipo de cultivo.
- Se puede utilizar a altas dosis. Contiene Calcio y Magnesio, neutralizando el pH y disminuyendo la dosis y costos de encalado.

La cantidad de nutrientes del compost varía en función de diferentes factores tales como la tipología de residuo o subproducto utilizado. Es importante destacar que el compost orgánico contiene todos los nutrientes indispensables (macro y micro nutrientes) y que éstos son liberados de forma progresiva en el tiempo (SÁNCHEZ, C. 2003).

2.2.6 Importancia de los Abonos Orgánicos.

En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. Porque mejora las

características físicas, químicas y biológicas del suelo, sin hacer daño al medio ambiente.

Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas.

De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

En estos centros se producen distintas sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura.

2.2.7 Descomposición de Materia Orgánica

La materia orgánica se descompone por 2 vías, aeróbica (presencia de oxígeno) y anaeróbica (con nula o muy poca presencia de oxígeno).

El compost es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica de residuos orgánicos como restos vegetales, estiércoles de animales, por medio de la reproducción masiva de bacterias que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos). Normalmente, se trata de evitar (en lo posible) la putrefacción de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes), aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias.

2.2.8 Definición del Compostaje

El compostaje es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

2.2.9 Agentes de la Descomposición de materia orgánica

Los agentes más efectivos de la descomposición son las bacterias y otros microorganismos. También desempeñan un importante papel los hongos, protozoos y actinomicetos, aquellas que se observan en forma de blancos filamentos en la materia en descomposición). Ya a nivel macroscópico se encuentran las lombrices de tierra, hormigas, caracoles, babosas, milpiés, cochinillas, etc. que consumen y degradan la materia orgánica.

El principal problema es que si no se alcanza una temperatura suficientemente alta los patógenos no mueren y pueden proliferar plagas. Por ello, el estiércol, y restos animales deben ser tratados en plantas específicas de alto rendimiento y sistemas termofílicos.

El compostaje más rápido tiene lugar cuando hay una Relación Carbono/Nitrógeno (en seco) entre 25/1 y 30/1, es decir, que haya entre 25 y 30 veces más carbono que nitrógeno. Por ello muchas veces se mezclan distintos

componentes de distintas proporciones C/N. Los recortes de césped tienen una proporción 19/1 y las hojas secas de 55/1. Mezclando ambos a partes iguales se obtiene una materia prima óptima. También es necesaria la presencia de celulosa (fuente de carbono) que las bacterias transforman en azúcares y energía, así como las proteínas (fuente de nitrógeno) que permiten el desarrollo de las bacterias. Esencialmente hay dos métodos para el compostaje aeróbico:

2.2.9.1 Activo o caliente: se controla la temperatura para permitir el desarrollo de las bacterias más activas, matar la mayoría de patógenos y gérmenes y así producir compost útil de forma rápida.

2.2.9.2 Pasivo o frío: sin control de temperatura, los procesos son naturales a temperatura ambiente.

Una pila de compost efectiva debe tener una humedad entre el 40 y el 60%. Ese grado de humedad es suficiente para que exista vida en la pila de compost y las bacterias puedan realizar su función. Las bacterias y otros microorganismos se clasifican en grupos en función a su temperatura ideal y cuánto calor generan en su metabolismo. Las bacterias mesofílicas requieren temperaturas moderadas, entre 20 y 40°C. Conforme descomponen la materia orgánica generan calor. Así se puede hacer composta de una tonelada de residuos en un metro cuadrado.

La temperatura ideal está alrededor de los 60°C. Así la mayoría de patógenos y semillas indeseadas mueren a la par que se genera un ambiente ideal para las bacterias termofílicas, que son los agentes más rápidos de la descomposición.

2.2.10 Propiedades del Compostaje

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

2.2.11 Factores que Condicionan el Proceso de Compostaje

Como se ha comentado, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales como son:

2.2.11.1 Temperatura. Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas

hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporolados.

2.2.11.2 Humedad. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

2.2.11.3 pH. Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5 - 8, mientras que las bacterias tienen una capacidad de tolerancia de pH entre 6 - 7.5.

2.2.11.4 Oxígeno. El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

2.2.11.5 Relación C/N equilibrada. El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N

muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.

2.2.12 El Proceso de Compostaje.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura.

2.2.12.1 Mesolítico. Los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente a temperaturas menores de 40 °C y reinician su actividad. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

2.2.12.2 Termofílico. Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

2.2.12.3 De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa.

2.2.12.4 De maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

2.2.13 Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados.

SÁNCHEZ, C. (2003). Manifiesta que la elaboración de abonos orgánicos fermentados tiene como fin mejorar la fertilidad del suelo lograr mayor

productividad por unidad de área. Con el rescate de agricultura orgánica se lleva a buscar una fuente de fertilización limpia a los suelos. Coadyuvando a mejorar la salud del campesino, consumidor y del manejo sostenible del medio ambiente. Para la elaboración de abonos orgánicos se utiliza materia prima que se tiene en el medio para generar técnicas que mejoren los sistemas de producción y consumo, la salud, la ecología, la educación ambiental y el desarrollo sostenible.

2.2.14 Efectos de Incorporación de Fertilizantes y Abonamiento de Pastizales

En el mundo desarrollado la agricultura depende en gran medida del uso de fertilizantes químicos y pesticidas para mantener sus altas producciones agrícolas, sin tener en cuenta los terribles daños que estos pueden ocasionar ya sea afectando el ciclo global del nitrógeno, contaminando las aguas subterráneas y superficiales, incrementando los riesgos de intoxicaciones químicas y aumentando los niveles de óxido nitroso (N_2O) atmosférico; el cual es un potente gas invernadero (<http://www.ciedperu.org.>).

El estiércol es la mejor forma de que el ganado devuelve al suelo nutriente para mejorar la fertilidad del suelo. Sin embargo los millones de ovinos, vacunos y alpacas existentes han utilizado en abundancia los elementos como calcio y fósforo, por tal razón estos elementos se encuentran en deficiencia. Los experimentos de fertilización en pastos nativos pueden mejorar e incrementar la producción de pastizales (3,128 Kg/ha. de materia verde) con aplicación de nitrógeno y fósforo. Los pastizales naturales deben recibir una dosis baja de fertilización (50-50-00 kg/ha de N-P-K) porque es costoso los insumos y gran parte de la disponibilidad de nutrientes se da en función al pH del suelo. La

fertilidad del suelo se puede cambiar artificialmente mediante la incorporación de abonos orgánicos y biofertilizantes (SÁNCHEZ, C. 2003).

2.2.15 Extracción, Fraccionamiento y Composición Química de la Materia Orgánica

GUERRERO, J. (1993). Menciona que las propiedades químicas y coloidales de la materia orgánica del suelo pueden ser estudiadas solo en el estado libre, esto es, cuando está separada de los compuestos inorgánicos del suelo. Así la primera tarea en investigación es separar la materia orgánica de la matriz inorgánica de la arena, limo y arcilla. El alcalí NaOH 0.1- 0.5N ha sido un extractante popular de la materia orgánica pero este reactivo puede alterar la materia orgánica a través de la hidrólisis y autooxidación. En los últimos años han usado extractantes más suaves pero menos eficientes que han sido usados con éxito variable.

2.3 GENERALIDADES DE LOS BOFEDALES

2.3.1 Definición de los Bofedales

INIA. (2000). Menciona. que los bofedales son sitios que brindan y almacenan agua; permiten el desarrollo de muchas especies de pastos en los lugares donde las condiciones climáticas no son favorables para otros cultivos, son praderas nativas de las alturas con vegetación permanente durante todo el año, con alta y continua producción forrajera, elevado valor nutritivo aptos para la alimentación de las diferentes especies animales como (ovinos, alpacas, llamas y vicuñas).

SOTOMAYOR (1991). Indica que los bofedales llamados "ojonales", son asociaciones de vegetales localizadas en zonas donde existe buen suministro de agua, irrigada durante todo el año proveniente de manantiales, ríos u ojos de agua. Estos tienen un gran potencial productivo que es casi exclusivamente utilizado para pastoreo de alpacas y un número limitado de ovinos, vacunos y otras especies de animales.

TAPIA, M. y FLORES, J. (1984). Indican que el bofedal es un pantano artificial, que tiene la cualidad de mantener un nivel constante de agua, además facilita el crecimiento de los pastos propios de ambientes húmedos. Hay bofedales naturales formados por los deshielos o corrientes de agua. Existe información de áreas irrigadas en las diferentes zonas de pastoreo alto andino sobre todo en Cusco y Puno. La ventaja de los bofedales, cuando son cuidados y mantenidos convenientemente son permanentes e indestructibles, por ejemplo los pobladores de la comunidad de Chichillapi consideran que su gran bofedal lo hicieron los "abuelos", lo que quiere decir que es de origen pre-hispánico.

VARGAS, G. (1992). Dice que el bofedal como tipo de vegetación de puna seca, constituye el único recurso forrajero natural de elevado potencial y son lugares húmedos con agua permanente, alimentados con aguas de diferentes fuentes (manantial, río, lluvia) y representan áreas reducidas en el medio alto andino frente a la gran extensión de vegetación, son oasis de vegetación verde, sobre una extensión cada vez más desértica.

ESTENSORO, C. (1991). Denomina al bofedal o turbera de altura a un tipo de vegetación intrazonal característica de la zona alto andina y puneña de la región cordillerana. Su aspecto es muy particular y fácilmente distinguible de otras unidades de vegetación por su fisonomía, ubicación y por un tono verde intenso, que contrasta con el ambiente monótono de las praderas de gramíneas de las zonas altas, y el paisaje dominante de los bofedales se muestra a manera de archipiélagos de cojines rodeados o bañados por una red de arroyos profundos, por donde circula lentamente el agua. Se observan pequeñas lagunas temporales y un río principal que atraviesa el bofedal. Su formación depende de las condiciones locales, en especial de las condiciones hídricas del suelo. El aporte de agua es constante, producido por escorrentías glaciares o por un nivel freático alto.

2.3.2 Importancia de los Bofedales

CHOQUEHUANCA, D. y CONDORI, E. (2001). Manifiestan que los bofedales cumplen una función importante en el funcionamiento del ecosistema alto andino, almacenando eficientemente el agua, logrando el desarrollo de la vegetación, permitiendo así concentrar animales silvestres y domesticados. Sin embargo, estas áreas están sujetas a diferentes factores que determinan su estructura y

dinámica; tales como latitud, altitud, temperatura, régimen de lluvias, calidad del suelo y el efecto modificador que ocasiona el hombre.

2.3.3 Componentes de un Bofedal

CHOQUEHUANCA, D. y CONDORI, E. (2001). Manifiestan que los bofedales están formados por los componentes físicos, químicos y biológicos, tales como suelo, agua, especies animales y vegetales. Los procesos entre estos componentes permiten que el bofedal desempeñe funciones como el regular los ciclos hidrológicos, control de las inundaciones. Los bofedales son considerados como los “riñones” del planeta al ser verdaderos vertederos y transformadores de múltiples materias biológicas, químicas y genéticas. Los bofedales pueden filtrar y absorber contaminantes dentro de los ciclos químicos y biológicos y dentro de ellos tenemos los siguientes componentes.

- a) La vegetación (especies de pastos hidrofiticos)
- b) El suelo
- c) El agua (riachuelo, lagunas y cuerpos de agua).
- d) La fauna

2.3.4 Características de los Bofedales

ALZERRECA, H. (2001). Indica que las características de los bofedales están en función de la vegetación, suelo, agua, fauna y altitud.

a).- Vegetación.

VARGAS, G. (1992). Indica que las especies vegetales de los bofedales son suculentas y preferidas por los camélidos, especialmente por la alpaca debido a su alta palatabilidad. Estas características sugieren que el bofedal es un sitio o una comunidad vegetal de alto potencial forrajero; en general considerando los mismos índices de evaluación referidos para pastizales en seco, la condición

de los bofedales va de bueno a regular, con grado de erosión leve (menos de 5%).

MIRANDA, F. (1995). Considera que los bofedales son praderas nativas, constituidas por especies vegetales propias de ambientes húmedos, de carácter permanente o temporal. Esta vegetación constituye fuente de forraje durante periodos de sequía, generalmente se encuentran por encima de 4000 msnm; dominando en su estructura especies de porte almohadillado.

b).- Recurso suelo.

CHOQUEHUANCA, D. y CONDORI, E. (2001). Manifiestan que los bofedales de mayor importancia, son suelos orgánicos en forma de turba en la primera capa, de lenta descomposición, colores pardo oscuro a negro, de reacción ligera a fuertemente ácida, alto contenido de materia orgánica, con pendientes que varían de plana a casi plana, moderadamente drenados, erosión actual nula pero en peligro de erosión futura por la sequía, muy ligeramente, salinos en las zonas llanas especialmente en partes con afloramiento de cantos rodados y generalmente en partes secas.

VARGAS, G. (1992). Encuentra las siguientes características físicas del suelo de los bofedales: Clima: Puna Seca, Fisiografía: ladera, pie de ladera, pampa, Pendiente: 0-6%, 7-19%, Material madre: coluvio, aluvial y residual, Erosión: actual ligera, futuro peligro de erosión de ligera a muy severa, Drenaje: externo - lenta a rápida, interno - lenta a medio, natural: moderadamente drenados, Humedad: húmedo y mojado, Nivel hidrostático: a profundidad de 80 a 100 cm. Salinidad y alcalinidad: suelos libres de sales a muy ligeramente salino en parte baja, Carbonatos: nulo, Profundidad efectiva: superficial a moderadamente

profundo (40-100 cm), Pedregosidad: clase 0 a 1, Rocosidad: clase 0 a 2, Abastecimiento de humedad: bajo riego, permanentemente regado con aguas derivadas de ríos, manantiales y precipitación pluvial.

MIRANDA, F. (1990). Presenta las características básicas del bofedal Quimsachata (Santa Lucia) de origen artificial, con un *pH*: 7.72 - 6.95, Materia Orgánica: 0.9 - 5.76%, Nitrógeno: 0.35- 0.133%, Fósforo: 50.56-6.39 kg/ha, Carbonato de calcio: 1.38 - 3.17% *pH* del agua: 7.39, Peligro de sales: De buena calidad para cultivos que se adaptan o toleran moderadamente a la sal.

c).- Recurso hídrico.

CHOQUEHUANCA, D. y CONDORI, E (2001). Señalan que de los sistemas de irrigación, los bofedales que están situados en planicies, muestran gracias a la abundancia de aguas durante todo el año, una vegetación abundante en especies que permite una carga animal de hasta 20 alpacas por hectárea. Así mismo una medida para aumentar el rendimiento de los pastizales alto andinos, es mediante sistemas de irrigación por canales a los bofedales artificiales.

GARCIA, E. (1997). Menciona que el bofedal se caracteriza por ser comunidades herbáceas, húmedas, bajas y continuas, que se desarrollan bajo la influencia de acumulación de agua, tanto agua corriente como estancada. Además son considerados como una formación vegetal compuesta de cojines de hierbas y juncos, así como también prados turbosos de origen infra acuático los cuales están compuestos por plantas de las familias de ciperáceas y juncáceas, que presentan generalmente un crecimiento compacto o en cojín principalmente en áreas pantanosas del altiplano.

2.3.5 Clasificación de los Bofedales

REINOSO, J. *et al.* (2001). Indican que los bofedales u "oqhonaes", al ser pastizales propios de ambientes edáficos húmedos, ocupan áreas muy definidas conocidas como "turberas". Geográficamente en el altiplano de Puno, se encuentran distribuidos en los distritos de Nuñoa, Santa Rosa, Ayaviri, Ocuvi, Mañazo (norte) y Pizacoma, Huacullani, Capazo, Santa Rosa de Juli, Mazocruz y parte de Condorire (sur).

PACHECO, A. (1998). Distingue y enfatiza lo fisiográfico: bofedales de pampa y de ladera. Involucran mayor contenido de humedad y mayor escurriencia, respectivamente. Esta clasificación sirve para microregiones, pero el mismo concepto es válido para las grandes regiones o mácroregiones.

Según REINOSO, J. *et al.* (2001). Indican que los campesinos clasifican los bofedales desde tres puntos de vista: por su origen, por su tamaño y por su receptividad.

a).- Por su origen pueden ser naturales como producto de la inundación de deshielos provenientes de los nevados; y artificiales construidos y regados por los campesinos. Su tamaño y diferencia entre ambos, estará en función al agua disponible y se considera que la productividad es mejor en los bofedales artificiales que en los naturales, debido a una mejor cobertura forrajera, con especies de mejor calidad nutritiva y palatabilidad.

ALZERRECA H. (2001). Indica que se clasifican en bofedales de Puna Húmeda y Puna Seca, estas varían según la altitud, disponibilidad de agua y composición de especies. De acuerdo a su origen de formación existen dos tipos de bofedales:

a).- Bofedal Natural. Producto del escurrimiento del agua de los nevados, manantiales, aguas subterráneas y agua de lluvias.

b).- Bofedal Artificial. Producto de la intervención de la mano del hombre, mediante la desviación parcial de los ríos, riachuelos y manantiales, aplicando riego permanente por inundación sobre la pradera.

b).- Por su tamaño se clasifican en grandes o “Hash’a oqho” y chicos o “Hisk’a oqho”. Los primeros son usufructuados por un número variable de familias, aunque la propiedad del ganado es unifamiliar. Los chicos están ubicados en predios familiares y su cuidado y uso es solo del propietario.

c).- Por su receptividad varían en función del agua disponible en el año. Así se tienen bofedales para todo el año (permanentes), medio año o solo para la estación lluviosa (temporales). La carga reportada en la literatura para los bofedales, es variable, pudiendo encontrar desde 0.4 unidades Alpacas/ha/año hasta 8 unidades Alpaca/ha/año. Sin embargo estas estimaciones corresponden a experimentos o cargas animales instantáneas o periodos cortos de tiempo. Análisis realizados con estas cargas (especialmente aquellas superiores a 1 UA/ha/año), para periodos de tiempo largos, traería como consecuencia el deterioro de estos ecosistemas muy rápidamente, cosa que en la realidad no sucede.

2.3.6 Ubicación de los Bofedales en la Zona Andina

ÁLVAREZ, V. (1993). Indica sobre la ubicación de los bofedales:

a).- Puna Seca. Ubicado en la cordillera *occidental* de los andes; por encima de los 4100 metros de altitud. Tiene un clima frío y seco, las temperaturas descienden hasta -20°C, la humedad ambiental llega a 60% y con precipitaciones

bajas e irregulares de 650 mm al año; donde los pastos naturales y principalmente los bofedales constituyen el único alimento para la crianza de alpacas y llamas.

b).- Puna Húmeda. Ubicada en la cordillera *oriental* de los andes por encima de los 4100 metros de altitud. El clima es húmedo y frío por la influencia de la cuenca amazónica, la temperatura del ambiente, la humedad son mayores que en la puna seca y las precipitaciones pluviales de 750 mm al año. En esta zona, los bofedales tienen una mejor condición en cuanto a vigor y soportabilidad.

2.3.7 Manejo de Bofedales

ARGOTE, G. (2007). Manifiesta el manejo es la habilidad que tiene el productor para planificar el pastoreo, riego, cercado, descanso, abonamiento y conservación de los bofedales, para obtener una máxima producción de camélidos.

Los investigadores para hacer un manejo adecuado del pastoreo en los bofedales, señalan las siguientes recomendaciones:

- En épocas de lluvias no debe pastorearse los bofedales para permitir su recuperación.
- En época de seca se debe controlar la carga animal que soporta el bofedal dando preferencia a las hembras y destetados.
- De acuerdo al tamaño de bofedal se debe practicar la rotación del pastoreo.
- En épocas de lluvias las crías no deben permanecer mucho tiempo en el bofedal debido a que puedan contraer enfermedades como la Enterotoxemia (diarrea) o se pueden ahogar en los canales.
- En invierno en horas de la mañana el pastoreo debe ser en pradera seca, una vez que sea descongelado el bofedal recién hacer ingresar al ganado.

- Adecuar la carga animal por hectárea en función de la disponibilidad de pastos
- Dar descansos oportunos del bofedal (pastoreo rotativo) para mantener y mejorar los pastizales.
- Realizar el sistema de pastoreo eficiente.
- Pastorear con animales menos depredadores.

2.3.8 Mejoramiento de los Bofedales

CHOQUE, J. (1990). Indica sobre el mejoramiento de los bofedales altoandinos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Es necesario realizar el abonamiento con 4 a 5 toneladas de estiércol descompuesto, que debe aplicarse en época seca (septiembre a octubre).
- Con el manejo y mejoramiento adecuado de bofedales se consigue los siguientes beneficios:
 - Aumenta la producción de forraje en el bofedal.
 - Se eleva la calidad nutritiva de los pastos
 - El vigor de los pastos se recupera rápidamente
 - Se garantiza la producción de semilla para la reproducción natural de los pastos
 - Facilita el manejo de pastos.
 - Se reduce la mano de obra.
 - Se reduce la mortalidad de animales.

2.3.9 Conservación de los Bofedales

CHOQUE, J. (1990). Manifiesta que para conservar los bofedales se debe evitar la presencia de animales destructores: caballos, ovinos, burros y otros, quienes

consumen indiscriminadamente el forraje de los bofedales. Es importante la conservación de bofedales, para lo cual es necesario:

- Determinar la capacidad de carga animal.
- Pastorear adecuadamente según la capacidad de carga.
- Realizar la distribución adecuada del agua en el bofedal.
- Realizar prácticas de conservación de suelo; zanjas de infiltración.
- Evitar la contaminación y deterioro de agua y suelo.

El INIA (2000). Manifiesta de que los bofedales en el Perú son ecosistemas hidromórficos ubicados en las zonas alto andinas, del sur del País, específicamente en los departamentos de Apurímac, Huancavelica, Cuzco, Puno, Moquegua y Tacna, los cuales forman el hábitat natural de diversos tipos de pastos naturales que sirven de alimento a algunos camélidos sudamericanos. A pesar de que el agua se encuentra presente, la altura y duración de la inundación varía considerablemente de bofedal en bofedal y de año en año. También se observan fluctuaciones del nivel de agua dentro de un mismo bofedal, lo cual se debe a cambios de época seca a época húmeda.

2.3.10 Importancia de los Bofedales

MIRANDA, F. (1990). Menciona sobre la importancia de este ecosistema radica en que posee vegetación durante todo el año por lo cual, los bofedales son muy aprovechados por las comunidades campesinas de la zona ya que se constituyen en la base de la ganadería de camélidos sudamericanos como las alpacas (Autoridad Autónoma del Sistema Hídrico del T.D.P.S., 2001). También, representan zonas que albergan una variedad de aves, otros animales y especies vegetales típicas del área

REINOSO, J. *et al.* (2001). Indican que los productores consideran los bofedales u "Oqhos" como ejes de un sistema de irrigación en la crianza alpaquera; de allí que por cientos de años, han conservado estos ecosistemas naturales y tratan de construir otros para ampliar sus recursos forrajeros.

CHOQUEHUANCA, D. y CONDORI, E. (2001). Llegaron a la conclusión de que los bofedales son considerados pastizales naturales de gran valor forrajero. Su elevada humedad edáfica permite una alta productividad de hierbas y gramíneas, agradables al paladar del ganado. Como *Distichia muscoides*, *Scirpus sp.*, *Alchemilla pinnata*, *Werneria pygmaea*, *Ranunculus sp.* y varias gramíneas de los géneros *Poa* y *Calamagrostis*. La oferta de materia verde es alta, mientras que la materia seca para el ganado disminuye; sin embargo esta disponibilidad de forraje permite la presencia de una apreciable cantidad de ganado durante el año, fundamentalmente en época seca.

2.3.11 Tipos de Bofedales

ALZÉRRECA, H. (2001). Manifiesta que de acuerdo al Estudio realizado sobre la Capacidad de Carga en Bofedales para la Cría de Alpacas en el Sistema T.D.P.S., existen diferentes variedades de bofedales, los cuales pueden ser clasificados de acuerdo a:

A. Origen:

Naturales: creados por la humedad de deshielos, manantiales naturales.

Artificiales: creados por el hombre.

B. Altitud

Altiplánicos: ubicados por debajo de los 4.100 msnm.

Altoandinos: ubicados por encima de los 4.100 msnm.

C. Régimen Hídrico

Hidromórficos o údicos: presencia de agua permanente.

Mesicos o ústicos: presencia de agua temporal.

D. pH de los Suelos

Ácidos: pH menor a 6.4.

Neutros: pH de 6.4 a 7.4.

Básicos: pH mayor a 7.4.

E. Tamaño

Pequeños: Uso familiar.

Grandes: Uso comunal.

F. Fisiografía

De Cordillera o altura.

De Llanura, pampa y aluviales.

2.3.12 Producción Forrajera de los Bofedales.

RUIZ, C. y TAPIA, M. (1987). Llegaron a la conclusión de que los problemas principales que afrontan las praderas naturales están referidos básicamente a la presión que ejerce el animal sobre los pastos, son pocos los estudios que miden el potencial del bofedal, estas asociaciones ofrecen alto porcentaje de uso forrajero y un crecimiento bien distribuido durante todo el año.

ÁLVAREZ, V. (1993). Indica que la disponibilidad de materia seca (MS) en promedio en bofedales durante la época seca es 1,809.4 kg MS/ha. En la zona agroecológica de puna seca no se observa marcada predominancia de una determinada especie en producción de materia seca, como se ha visto que

ocurre en seco. Sin embargo, las especies vegetales que resaltan con mayor producción de MS, son las Ciperáceas y las Compuestas, siendo las especies que más destacan: *Carex sp.* (32.93%), *Hypochoeris stenocephala* (17.81%), *Festuca dolichophylla* (15.45%), *Distichia sp.* (13.13%) y *Nostoc sp.* (8.03%).

El INIA en evaluaciones realizadas en el año 2000 en tres sectores de puna seca de el Collao; Sullkanaca, San José y Jihuaña ubicadas en diferentes altitudes, obtuvo 8,669.8; 6,165.6 y 10,875.7 kg MV/ha respectivamente, mientras que la biomasa aérea seca es de 3,163.63; 2,726.15 y 2,978.35 kg MS/ha.

VILLARROEL, J. (1997). Indica que las especies *Hypochoeris taraxacoides* y *Distichia muscoides*, son muy palatables, de mayor presencia en bofedales en época húmeda, y expresan rendimientos de 1,705.2 kg MV/ha y 1,635.5 kg MV/ha respectivamente; en praderas de pastoreo de alpacas en Ulla Ulla (Bolivia).

RUIZ, C. Y TAPIA, M. (1987). Indican que debido a la estacionalidad de lluvias y condiciones de temperatura y humedad del suelo adecuado, los pastizales tienen un período definido de crecimiento, así como un período de descanso en la época seca, ocasionando que la producción forrajera siga una curva de crecimiento concentrada en seis o siete meses del año.

2.3.13 Composición Florística de los Bofedales.

CHOQUE, J. (1990). Manifiesta de que en los bofedales de puna seca de Puno, obtienen en orden de importancia encontró siguientes especies: *Distichia sp.* (30,89%), *Eleocharis albibracteata* (10.88%), *Calamagrostis rigescens* (10.26%) e *Hypochoeris stenocephala* (8.65%).

FLORES, M. (1991). Indica que en la composición florística de bofedales dominan especies de porte almohadillado como los géneros *Distichia* y *Plantago* formando un tapiz de algunos centímetros de altura, interrumpido por numerosos charcos donde se asocian algunas rizomatosas monocotiledóneas rozuladas de los géneros: *Carex*, *Calamagrostis*, *Gentiana*, *Werneria*, *Arenaria*, *Hypsela*.

ASTORGA, J. (1987). Indica que la composición vegetal puede variar de acuerdo a las áreas, así: *Distichia muscoides* es dominante en áreas muy reducidas. En zonas húmedas más extendidas es *Lilaeopsis andina*, una hierba que adopta un porte erecto cuando se encuentra sumergida en aguas estancadas y se mantiene postrada cuando esta fuera de ella. *Lucilia tunariensis*, es codominante de esta asociación.

REINOSO, J. *et al.* (2001). Indican que para Puna Húmeda, se encuentra una relativa dominancia de dos especies: *Hypochoeris sp.* y *Distichia muscoides*, que se incrementa por encima del 15% en promedio, cuyas desviaciones estándar las puede ubicar hasta en 25 a 27% en un extremo de dominancia, hasta niveles de 5 a 6% en la estructura del bofedal.

2.3.14 Capacidad de carga animal en los bofedales.

MIRANDA, F. (1995). Manifiesta que la carga animal es la cantidad de animales que utiliza una pradera durante un periodo determinado, que puede ser expresado en “unidades animal año” (UA/año) o su equivalente mes (UA/m) correspondiente a la especie animal que la utiliza. Para determinar la capacidad de carga animal es necesario conocer todos los recursos forrajeros con que cuenta un bofedal y además tener presente un método para determinar la capacidad carga (CC) que mantenga la productividad del animal y del bofedal que lo sostiene.

CHOQUE, J. (2007). Indica la capacidad de carga animal óptima (CAO) se calcula con la información de la producción neta de materia seca de los bofedales, que se multiplica por el factor de uso apropiado en pastoreo ideal (FU) es de 0.5 y con los datos de consumo diario de materia seca de alpaca (MS), se calcula la capacidad de carga animal óptima (CAO) para el pastoreo de alpacas se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{CAO} = \frac{\text{Producción MS} \times \text{FU}}{\text{Consumo de MS}}$$

SAN MARTÍN, F. (1989). Menciona que el consumo promedio de materia seca en alpacas y llamas es de 1,8 y 2% del peso vivo. En general el consumo diario de los CSA es menor que el del ovino. Además encontró que bajo condiciones de pastoreo, llamas y alpacas tienen el mismo nivel de consumo, siendo este inferior al de los ovinos en 36% bajo pasturas cultivadas y en 26% en pasturas nativas.

CHOQUE, J. (2007). Indica que de acuerdo a los reportes de investigación los vacunos consumen en promedio 2.4 % de su peso vivo en materia seca, pero existe variación en pastoreo libre entre 2.4 % a 3.0 % del peso vivo. Una alpaca consume el 2.3 % de materia seca como porcentaje de su peso vivo. Un ovino mejorado consume el 3.2 % de materia seca de su peso corporal, además en pastoreo ideal se deberá dejar el 50 % de la producción anual (FU) para la conservación adecuada de los pastos. La regla general es “deje mitad y mitad es utilizado por el ganado”.

Evaluaciones realizadas por INIA (2000)., en tres sectores de puna seca, encontraron que tienen una capacidad de carga como sigue: sector Sullkanaca (2.5 UAA/Ha), sector San José (2.8 UAA/Ha) y Jihuaña (2.0 UAA/Ha).

CHOQUE, J. (2007). Menciona que el bofedal de Viluyo en la estación lluviosa y seca puede soportar óptimamente 4.82 y 3.71 unidades alpaca por hectárea respectivamente; con un promedio de 4.22 unidades alpacas/ha para el período de febrero a septiembre, de manera que se requiere 0.24 hectáreas bofedal para pastorear una alpaca durante este período. Además el bofedal del fundo Pacchapunco, durante la estación lluviosa y seca puede soportar una carga estimado de 6.97 y 2.22 unidades alpaca por hectárea respectivamente, con un promedio de 3.70 alpacas /ha en los meses de febrero a septiembre, donde se requiere en promedio 0.27 hectáreas de este bofedal para mantener una alpaca adulta conservando la condición del bofedal.

CAPITULO III:

METODOLOGIA

3.1. MEDIO EXPERIMENTAL.

3.1.1. Ubicación de los bofedales en estudio.

El presente trabajo de investigación se condujo en el Centro Experimental del Quimsachata en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa que pertenece al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Illpa Puno, con una réplica en el bofedal Munay Pacocha ubicado en distrito de Macusani, provincia de Carabaya y departamento de Puno, de los cuales 01 bofedal se encuentra en la zona agroecológica Puna Seca y el otro bofedal se encuentra en la zona agroecológica de Puna húmeda del altiplano de Puno, comprendidos entre 4300 y 4650 msnm., respectivamente, cuya ubicación política y geográfica se muestra en el cuadro N° 03.

Cuadro N° 03 Ubicación política y geográfica de los bofedales de estudio.

Ubicación Política			Zona Agro Ecológica	Ubicación geográfica		
Bofedal	Distrito	Provincia		Altitud (msnm)	Latitud	Longitud
Quimsachata	Santa Lucía	Lampa	Puna Seca	4300	17°10'43"	70°39'00"
Munay Pacocha	Macusani	Carabaya	Puna Húmeda	4650	14°04'41"	70°47'41"

Fuente: Informe técnico subproyecto INCAGRO 2007

3.1.2. Duración del trabajo de investigación.

El presente trabajo de investigación se realizó a partir de enero del 2009 hasta diciembre del mismo año. La investigación sobre producción forrajera de materia verde y seca se evaluó al final del trabajo de investigación en Diciembre 2009, por otro lado la composición florística se evaluó en dos épocas del año (seca y lluviosa), la capacidad de la carga animal se evaluó teniendo los resultados de materia seca.

3.1.3. Características Ecológicas y Climáticas.

3.1.3.1 Bofedal Quimsachata.

Este bofedal se encuentra a 13 km del distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa del departamento de Puno; a una altitud de 4300 msnm., el año 2009 presentó una precipitación anual de 688.6 mm, temperatura ambiental media anual de 6.5 °C. Según el SENAMHI – PUNO.

Según la clasificación de zonas de vida descrito por Holdridge (1982), se encuentra ubicado en el Páramo húmedo – Subandino Subtropical.

Según la fisiografía este bofedal presenta una topografía Plana, con una pendiente de 5 a 6 % en promedio y una exposición solar completa. Los suelos de este bofedal, presentan una textura Franco Arenoso Fino, un pH medianamente ácido (5.51) y una conductividad eléctrica 0.055 mmhos/cm.

Cuadro N° 04 Datos Meteorológicos anuales de los últimos 10 años del bofedal Quimsachata

Promedio de los últimos 10 años Datos Meteorológicos del bofedal Quimsachata											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Promedio de 10 años
Precipitation pluvial (mm)	662.81	665.40	831.50	679.70	607.10	718.70	792.50	641.20	660.40	688.60	694.79
Temperatura media (°C)	6.30	6.50	6.70	6.30	6.60	6.30	6.60	7.90	5.90	6.50	6.56
Humedad relativa (%)	67.92	67.33	70.17	65.58	68.50	66.92	63.17	60.00	64.58	66.17	66.03

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.2 Bofedal de Munay Paqocha.

Este Bofedal se encuentra ubicado a 9 kilómetros del distrito de Macusani, provincia de Carabaya del departamento de Puno; se encuentra ubicada a una altitud de 4650., en el año 2009 presentó una precipitación anual de 574.00 mm, temperatura promedio media anual de 5.2 °C y una altitud de 4650 m.s.n.m. Según el SENAMHI – PUNO.

Según la clasificación de zonas de vida descrito por Holdridge (1982), se encuentra ubicado en el Páramo húmedo – Subandino Subtropical.

Según la fisiografía este bofedal presenta una topografía semiplana, con una pendiente del 9% en promedio y una exposición solar completa. Los suelos de este bofedal, presentan una textura Franco Arcilloso, un pH muy fuertemente ácido (4.30) y una conductividad eléctrica 0.086 mmhos/cm.

Cuadro Nº 05 Datos Meteorológicos anuales de los últimos 10 años del bofedal Munay Paqocha.

Promedio de los últimos 10 años Datos Meteorológicos del bofedal Munay Paqocha											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Promedio de 10 años
Precipitación pluvial (mm)	507.70	633.40	696.20	645.10	612.20	578.20	771.50	546.60	510.60	574.00	607.55
Temperatura media (°C)	4.80	4.70	5.20	5.00	4.90	5.10	5.00	5.10	4.80	5.20	4.98
Humedad Relativa (%)	67.83	68.17	70.08	68.83	66.92	73.25	74.42	84.42	83.75	76.75	73.44

Fuente: Elaboración Propia

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

Para la realización del presente trabajo de investigación se ha empleado los siguientes materiales experimentales.

3.2.1 Microorganismos eficientes (EM). El EM que se ha utilizado para este trabajo de investigación fue adquirido de una tienda agropecuaria llamada AGROSUR ubicado en las inmediaciones de la avenida el sol para luego ser activado a una temperatura de 36° C por 7 días en una estufa en el laboratorio de pastos y forrajes de la estación experimental de Illpa Puno.

La composición microbiológica que contiene el EM utilizado es la mezcla de cinco diferentes tipos de microorganismos (bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos), el producto es de origen japonés y el costo es de 60 nuevos soles el frasco de un litro fabricado y distribuido en el Perú por la empresa BIOEM S.A.C. bajo licencia EM Research Organization - Japon

3.2.2 Estiércol de Alpaca. El estiércol de alpaca que se ha utilizado para este trabajo de investigación fue recogido del corral de alpacas del CIP Quimsachata y trasladados a CIP ILLPA para su descomposición con EM activado dentro de las pozas por un periodo de un mes.

3.2.3 Bofedales. Se ha seleccionado los bofedales de Quimsachata y Munay Paqocha, para ello se ha realizado el análisis fertilidad del suelo al inicio y al final de cada tratamiento y de la misma manera se realizó el análisis de agua, como se muestran en los cuadros 06 y 07.

Cuadro N° 06 Análisis del suelo Inicial y Final de los dos Bofedales

Tratamientos	BOFEDAL QUIMSACHATA						BOFEDAL MUNAY PAQOCHA					
	INICIO			FINAL			INICIO			FINAL		
	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
T1 = Se = M0												
T2 = Ef = M1	0.13	2.40	411.45	0.13	4.60	410.20	0.06	1.60	54.63	0.12	2.00	68.00
T3 = EM0 = M2	0.12	4.85	390.86	0.13	8.80	388.64	0.13	1.75	72.49	0.13	6.60	142.40
T4 = EM1 = M3	0.13	4.80	751.14	0.14	4.94	750.20	0.12	1.40	158.78	0.13	4.80	160.46
T5 = EM2 = M4	0.12	1.95	287.93	0.13	8.00	340.99	0.13	3.20	90.34	0.13	4.94	120.24
T6 = EM3 = M5	0.11	4.05	246.75	0.14	8.00	274.99	0.10	1.10	54.63	0.14	6.42	144.60
T7 = EM4 = M6	0.13	7.70	699.68	0.14	8.42	760.48	0.13	10.50	54.63	0.13	12.48	148.70
T8 = EM5 = M7	0.13	2.30	287.93	0.14	7.43	420.45	0.08	3.80	84.39	0.14	5.94	172.20

Fuente: Elaboración propia en base al certificado de análisis de fertilidad.

Cuadro N° 07 Análisis de agua de los dos bofedales en estudio

Localidad	C.E. mmhos/cm-dS/m	Salinidad
Quimsachata	0.417	Moderada
Munay Paqocha	0.558	Moderada

Fuente: Elaboración propia en base al certificado de análisis de agua.

3.3 METODO.

3.3.1 Metodología de la Activación de Microorganismos Eficientes (EM)

Para la activación del EM se utilizó una estufa del laboratorio de pastos y forrajes de INIA ILLPA Puno, la preparación de la activación se realizó de la siguiente manera: en proporciones de 5% de EM, 5% de melaza y 90% de agua destilada (50 ml de EM y 50 ml de melaza con 900 ml. agua destilada) a 36°C por un periodo de 7 días.

3.3.1.1 Conversión de EM activado

1litro de EM = 1000ml

9m² de Terreno x 8 Parcelas = 72m² de Terreno por Tratamiento

Cuadro N° 08 Dosis de aplicación de EM en los dos bofedales

Dosis Por Hectárea	Conversión de EM /dosis	Cant. de EM /dosis	% de Concentración
1 Litro de EM x Has	$\frac{1000\text{ml de EM} \times 72\text{m}^2}{10000\text{m}^2}$	72 ml	0.72%
2 Litro de EM x Has	$\frac{2000\text{ml de EM} \times 72\text{m}^2}{10000\text{m}^2}$	144 ml	1.44%
3 Litro de EM x Has	$\frac{3000\text{ml de EM} \times 72\text{m}^2}{10000\text{m}^2}$	216 ml	2.16%
4 Litro de EM x Has	$\frac{4000\text{ml de EM} \times 72\text{m}^2}{10000\text{m}^2}$	288 ml	2.88%
5 Litro de EM x Has	$\frac{5000\text{ml de EM} \times 72\text{m}^2}{10000\text{m}^2}$	360 ml	3.60%
Total de EM activado		1080 ml	10.80%

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2 Aplicación de EM activado para la descomposición de estiércol de alpaca

La aplicación de EM activado para la descomposición de estiércol de alpaca se efectuó en forma manual utilizando agua de pozo para la mezcla, encima de una manta de plástico, y luego se colocó en bolsas de polietileno con diferentes dosis

de EM activado, en pozas preparadas amarradas con un tubo cada bolsa para luego tapparlos con plástico todo el contorno de la poza. La cantidad de estiércol utilizado fue de 2 toneladas/ha. Por cada tratamiento. Para el EM activado se utilizó 20 litros de agua, luego se colocó en sacos de polietileno dentro de la poza preparada.

3.3.2.1 Conversión de estiércol de alpaca.

2 tonelada = 2000 Kg de estiércol

1 hectárea = 10000 m²

$$\frac{2000\text{Kg de estiércol} \times 504\text{m}^2 \text{ de terreno}}{10000\text{m}^2 \text{ de terreno (has)}} = 100.8 \text{ Kg. de estiércol de alpaca}$$

100.8 Kg. / 7 Tratamientos = 14.40 Kg. de estiércol

8 Parcelas = 1.80 Kg. de estiércol de alpaca por parcela de 9 m²

3.3.2.2 Aplicación de estiércol descompuesto con EM en los dos bofedales seleccionadas.

La aplicación de estiércol descompuesto se realizó de acuerdo croquis del campo experimental en una área representativa de 24 x 24 metros cercados con malla de alambre y puntales de eucalipto esta área fue excluido del pastoreo y se instalaron 64 parcelas cuadradas de 3x3 metros, los tratamientos se designaron al azar como se muestran a continuación en la figura N° 01.

Figura N° 01 Croquis del campo experimental

		Columnas									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Filas	1	M5	M3	Se	M4	M0	M2	Ef	M1	1	
	2	M3	Se	M4	M0	M2	Ef	M1	M5	2	
	3	Se	M4	M0	M2	Ef	M1	M5	M3	3	
	4	M4	M0	M2	Ef	M1	M5	M3	Se	4	
	5	M0	M2	Ef	M1	M5	M3	Se	M4	5	
	6	M2	Ef	M1	M5	M3	Se	M4	M0	6	
	7	Ef	M1	M5	M3	Se	M4	M0	M2	7	
	8	M1	M5	M3	Se	M4	M0	M2	Ef	8	
		1	2	3	4	5	6	7	8		

LEYENDA		
Trat	Especificaciones	
Se	Sin estiércol	Testigo
Ef	Estiércol fresco	
M0	0L	Dosis de EM (litros/Há)
M1	1L	
M2	2L	
M3	3L	
M4	4L	
M5	5L	

3.3.4 Factores en Estudio.

3.3.4.1 Dosis de aplicación de EM

Las dosis de aplicación de EM en el estiércol de alpaca fue en diferentes proporciones, pero todas estas dosis se mezclaron con 20 litros de agua 14.4 Kg de estiércol fresco y seco, por 30 días en diferentes bolsas en una poza en el C.I.P. Illpa.

Cuadro N° 09 Dosis de aplicación por tratamiento

Tratamiento	Dosis de EM (litros/ha)	
	Sin estiércol	Testigo
Se	Sin estiércol	Testigo
Ef	Estiércol fresco	Testigo
M0	0L	0 Litros de EM
M1	1L	1 Litros de EM
M2	2L	2 Litros de EM
M3	3L	3 Litros de EM
M4	4L	4 Litros de EM
M5	5L	5 Litros de EM

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.2 Bofedales seleccionadas

1. bofedal de Quimsachata (Puna seca).
2. bofedal de Munay Paqocha (Puna húmeda).

3.3.5 Variables de respuesta.

- Efecto y Dosis optima de descomposición de estiércol de alpaca
- Composición florística de los bofedales (%), Producción de materia verde y seca de los 02 bofedales (kg/ha)
- Capacidad de carga animal (UAA/ha)

3.3.6 Diseño Experimental.

Para analizar la producción de materia seca en los dos bofedales en estudio, se ha utilizado el Diseño experimental Cuadrado Latino. Cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

3.3.6.1 Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + H_j + C_k + \varepsilon_{(i)jk}$$

Y_{ijk} : Variable respuesta de la unidad experimental clasificada en el j-ésimo nivel de fila, k-ésimo nivel de columna y que ha recibido el tratamiento estiércol i-ésimo, el cual está anidado en la combinación "jk".

μ : Media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

E_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento de estiércol de alpaca

H_j : Efecto de la j-ésima fila.

C_k : Efecto de la k-ésima columna

$\varepsilon_{(i)jk}$: Término de error. Son variables aleatorias con $\varepsilon_{ijk} \approx DNI(0, \sigma^2)$

Cuadro N° 10 Análisis de Varianza

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Filas	(f - 1) = (8 - 1) = 7
Columnas	(t - 1) = (8 - 1) = 7
Error Experimental	(f - 1)(t - 1) = (8 - 1)(8 - 1) = 49
Total	rt - 1 = 8*8 - 1 = 63

Fuente: Elaboración Propia

3.3.7 Observaciones realizadas

- Condiciones climáticas (T°, Pp y H°R)
- Análisis del suelo del experimento antes y después
- Análisis de agua
- Análisis microbiológico del suelo antes y después

3.3.8 Medición de Variables en Estudio.

El método de medición que se aplicó para cada variable se detalla a continuación, según a las variables de respuesta planteadas.

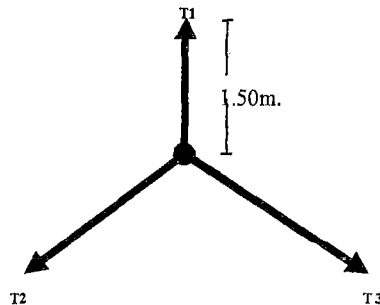
3.3.8.1 Efecto y la dosis de (EM) sobre la descomposición de estiércol de alpaca.

Para medir esta variable se tomó en cuenta el tiempo de descomposición del estiércol de alpaca dentro de las pozas durante un mes con diferentes tratamientos de microorganismos eficaces (EM). Luego se ha practicado el análisis de ácidos fúlvicos y húmicos de esa manera se obtuvo la dosis óptima de EM sobre la descomposición de estiércol de alpaca.

3.3.8.2 Composición florística de los bofedales (%), Producción de materia verde y seca de los 02 bofedales (kg/ha).

Para medir esta variable se hizo la instalación de parcela lineal permanente dentro del área clausurada de los dos bofedales, se instaló tres líneas radiales rectas horizontales de 1.5 metros de longitud por tratamiento marcando sus puntos extremos con estacas. La disposición y la distribución de las líneas horizontales, siguió un orden definido respecto a las orientaciones y los puntos fijos tal como se muestra en el gráfico N° 01

Grafico N° 01 Parcela de transecta lineal permanente para el censo de la composición florística de bofedales.



Para determinar la composición florística de los bofedales al inicio y al final del trabajo de investigación, se utilizó el método de "puntos en parcela lineal permanente" de Parker (1951) citado por Tapia y Flores (1984). Adaptado a transectos de 1.5 metros de longitud como puntos de muestreo a intervalos de 10

cm. A lo largo de cada parcela lineal establecida, sobre una cinta métrica extendida se realizaron un total de 15 lecturas con el anillo censador de ¾ pulgadas de diámetro, Cuando más de la mitad del anillo era ocupado por una especie de pasto, se identificó con las dos primeras letras del nombre científico. Ejemplo *Distichia muscoides* (DIMU), *Muhlenbergia fastigiata* (MUFA), si era mantillo con la letra M, si era suelo desnudo con la letra D. Se anotaron cada 10 cm a partir del punto cero, siempre colocando el anillo de un mismo lado de la cinta todas las veces. Los puntos de la composición florística fueron registradas en un libreta de campo para luego sacar el resumen de censo de la vegetación existente.

La fórmula utilizada para calcular la cobertura de especies en base a la composición florística es la siguiente:

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

Para la determinación de la producción forrajera se utilizó el método "cosecha en parcela cuadrada de corte", recomendado por Choque (2007) para lo cual se ubicó y se trazó en cada una de las parcelas cuadradas subparcelas, para la toma de muestras, los cuales fueron ubicados al azar dentro de la parcela cada una con cuatro repeticiones, luego se sacó el promedio y se multiplico por el total de la parcela para conocer el rendimiento existente en cada parcela, enseguida con la ayuda de una pala recta se extrajeron cuatro muestras de 0.25 m² de cubierta vegetal en cada parcela. Estas muestras sobre una manta de plástico se cortaron los pastos o hierbas con una tijera, obteniéndose así la materia verde disponible en los bofedales. Todas esta subparcelas estuvieron cercadas por una jaula

metálica para su mejor control durante la etapa de investigación es decir desde enero hasta diciembre 2009.

Las muestras de materia verde cosechado, debidamente identificado y embolsado se llevaron al laboratorio de pastos de la EEA Illpa Puno, para el pesado y luego secado en una estufa eléctrica a una temperatura de 60°C durante 48 horas.

Capacidad de carga animal (UA/Ha).

Para obtener la capacidad de carga animal en alpacas, se ha estimado con la información de la producción de materia seca anual encontrada en cada bofedal y teniendo en consideración reportes de trabajos de consumo de alpacas citado por Choque (2007), además con datos proporcionados por especialistas del INIA, quienes indican que las alpacas Huacayas adultos superiores a 55 kg., consumen en promedio el 2.3% de materia seca de su peso vivo.

La capacidad de carga animal óptima (CAO) de los dos bofedales en estudio para el pastoreo de una unidad alpaca (UA), se obtuvo multiplicando la producción de materia seca (MS) por el factor de uso (FU) en pastoreo ideal es 0.5 y consumo de materia seca por unidad animal alpaca (UA), mediante la siguiente fórmula.

$$\text{CAO} = \frac{(\text{MS. disponible en Kg /ha/ día}) (\text{FU})}{\text{Consumo de MS. Kg /UA/día}}$$

3.3.9 Observaciones realizadas en el trabajo de investigación

3.3.9.1 Condiciones climáticas (temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa)

Los datos de temperatura máxima, media y mínima, precipitación pluvial y humedad relativa se obtuvieron mensualmente de las estaciones meteorológicas que tiene el SENAMHI en los distritos de Santa Lucía y Macusani.

Las observaciones meteorológicas durante el periodo experimental se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 11 Datos meteorológicos mensuales T°, PP. y HR del año 2009

MESES	SANTA LUCIA (QUIMSACHATA)					MACUSANI (MUNAY PAQOCHA)				
	T° Minima (°C)	T° Media (°C)	T° Maxima (°C)	H° Relativa (%)	P° Pluvial (mm)	T° Minima (°C)	T° Media (°C)	T° Maxima (°C)	H° Relativa (%)	P° Pluvial (mm)
Enero	1.70	8.90	16.20	71	135.00	1.30	6.20	11.10	82	93.50
Febrero	2.30	8.50	14.80	78	183.40	1.00	6.10	11.10	81	125.80
Marzo	1.00	8.10	15.20	74	81.00	1.00	6.20	11.40	80	56.80
Abril	-1.90	7.10	16.20	64	14.60	0.00	5.90	11.90	78	32.90
Mayo	-6.70	4.80	16.20	62	0.00	-3.10	4.60	12.20	74	11.50
Junio	-11.50	2.20	15.70	60	0.00	-7.90	2.50	12.90	71	0.00
Julio	-8.30	3.30	14.80	63	15.60	-6.20	2.60	11.50	74	1.70
Agosto	-10.20	3.10	16.30	63	0.00	-6.70	3.20	13.10	74	0.00
Setiembre	-5.50	6.30	18.10	61	21.10	-3.40	4.90	13.20	75	14.50
Octubre	-4.30	7.50	19.30	59	12.30	-1.70	6.20	13.90	75	23.00
Noviembre	-0.40	9.20	18.00	69	104.70	1.30	7.10	12.80	77	102.60
Diciembre	1.30	9.30	17.30	70	119.90	1.70	6.90	12.40	80	111.70
Sumatoria					687.60					574.00
Promedio	-3.54	6.53	16.51	66.17		-1.89	5.20	12.29	76.75	

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos de SENAMHI regional de Puno, Estación Climatológica Ordinaria del Distrito de Santa Lucia y Macusani

En el cuadro N° 11 se muestran los resultados de los datos meteorológicos de los dos bofedales, en el bofedal Quimsachata la máxima temperatura fue de 19.30 °C en el mes de octubre y la mínima temperatura fue -11.50 °C en el mes de junio, las precipitaciones máximas se dieron en el mes de febrero con 183 mm y en los meses de mayo, junio y agosto no hubo nada precipitación y la humedad máxima se dio en el mes de febrero con 78% y la mínima en el mes junio con 60% y en el bofedal Munay Paqocha la máxima temperatura fue de 13.90 °C en el mes de octubre y la mínima temperatura fue -7.90 °C en el mes de junio, las precipitaciones máximas se dieron en el mes de febrero con 125 mm y en el mes de junio no hubo nada precipitación y la humedad máxima se dio en el mes de enero con 82% y la mínima en el mes junio con 71%. Todas estas diferencias posiblemente se deben a la ubicación que se encuentran ambas localidades

Grafico N° 02 Climadiagrama del Bofedal Quimsachata.

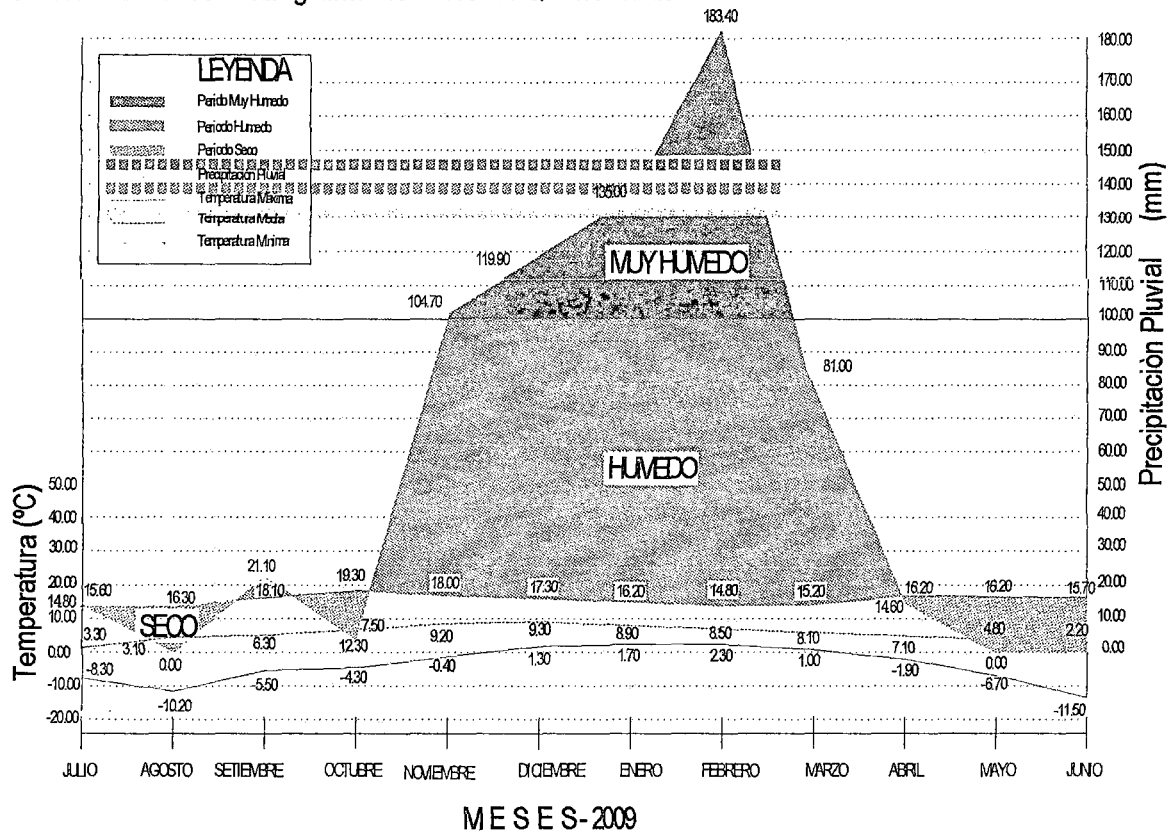
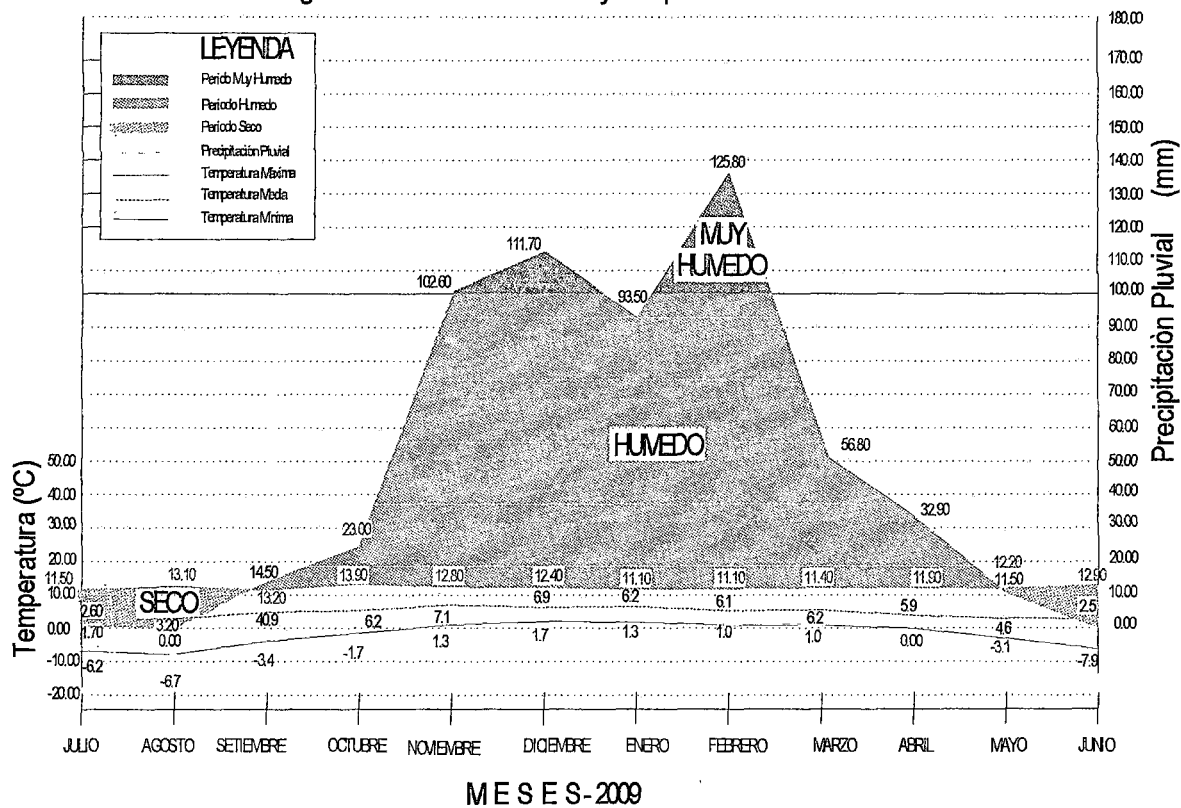


Grafico N° 03 Climadiagrama del Bofedal Munay Paqocha



3.3.9.2 Análisis de suelo del experimento

El muestreo de suelo se realizó en ambos bofedales el mismo que consistió en tomar porciones de muestra de suelo en un total de seis repeticiones en forma de zig-zag el área del estudio y por tratamiento, las muestras tomadas se juntaron en una sola muestra representativa el mismo que se etiquetó y posteriormente se llevó al laboratorio de aguas y suelos de la Estación Experimental Illpa Puno, con sede en la Rinconada de Salcedo, el tipo de análisis que se realizó fue el de fertilidad. Los resultados se encuentran en el certificado de análisis fertilidad del suelo en el anexo.

Existe una diferencia del inicio al final en los dos bofedales en estudio del NPK en todos los tratamientos pero el más notable es en el bofedal Munay Paqocha el aumento considerable de NPK, pero también existe en proporciones menores en el bofedal Quimsachata con la aplicación del estiércol tratada con EM, de esta forma se nota la mejora de la fertilidad del suelo.

3.3.9.3 Análisis de agua

El análisis de agua se realizó en ambos bofedales el mismo que consistió en tomar una muestra de agua del área a realizarse el estudio, el mismo que se etiquetó y posteriormente se llevó al laboratorio de aguas y suelos de la Estación Experimental Illpa Puno, con sede en la Rinconada de Salcedo. Lo cual se encuentra adjunto en el anexo.

Según el certificado del análisis de agua realizada en los dos bofedales tiene una salinidad moderada Quimsachata con 0.417 mmhos y Munay Paqocha con 0.558 mmhos, donde indican que la calidad de agua es buena para las plantas que toleran o se adaptan moderadamente a la sal, la calidad de agua para riego es

aceptable hasta 1.3 mmhos/cm de conductividad eléctrica, su clasificación según el peligro de sales y sodio es C2S1 que quiere decir que no tienen peligro al sodio.

3.3.9.4 Análisis microbiológico del suelo

Para realizar el análisis microbiológico del suelo se hizo el muestreo de suelo en ambos bofedales al inicio y al final del trabajo de investigación, el mismo que consistió en tomar porciones de muestra de suelo en un total de seis repeticiones en forma de zigzag en el área a realizarse el estudio, las muestras tomadas se juntaron en una sola muestra representativa el mismo que se etiquetó y posteriormente se llevó al laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano. Lo cual se encuentra adjunto en el anexo.

Cuadro N° 12 Análisis microbiológico de los dos bofedales en estudio.

Especies	Quimsachata		Munay Paqocha	
	Inicio	Final	Inicio	Final
Mesófilos Aerobios Viables	35 x 10 ² UFC/gr	40 x 10 ² UFC/gr	33 x 10 ² UFC/gr	38 x 10 ² UFC/gr
Mohos y Levaduras	44 x 10 ² UFC/gr	52 x 10 ² UFC/gr	38 x 10 ² UFC/gr	45 x 10 ² UFC/gr
Coliformes Totales	25 x 10 ² UFC/gr	32 x 10 ² UFC/gr	32 x 10 ² UFC/gr	27 x 10 ² UFC/gr

Fuente: Elaboración propia en base al certificado de análisis microbiológico.

Según el análisis microbiológico realizado en los dos bofedales en estudio, existe una variación del inicio hasta el final de los 3 tipos de bacterias existentes en el suelo, esto quiere decir que la adhesión de estiércol tratada con microorganismos eficientes (EM) ha influenciado en la variación existente de bacterias en mínimas proporciones de las tres bacterias, no existiendo la aparición de otro tipo de bacterias en los bofedales en estudio.

CAPITULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de estiércol fresco y descompuesto

Para la ejecución de presente trabajo de investigación se utilizó el estiércol fresco del corral de alpacas del Centro de Investigación y Producción Quimsachata perteneciente a estación experimental INIA Illpa Puno. Seguidamente se excavó 02 pozas de dimensiones 1m de ancho x 1.5 de largo x 1 metro de profundidad, para cada bofedal, luego se hizo el mezclado del estiércol con EM activado para luego colocar en sacos de polietileno dentro de las pozas por un periodo de 30 días para luego ser analizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Altiplano, el tipo de análisis que se realizó fue análisis especial de ácidos fúlvicos y húmicos con la que se determina el tiempo de descomposición del estiércol. El cual se encuentra adjunto en el anexo el certificado de análisis y también se muestra en cuadro N° 13 y grafico N° 04.

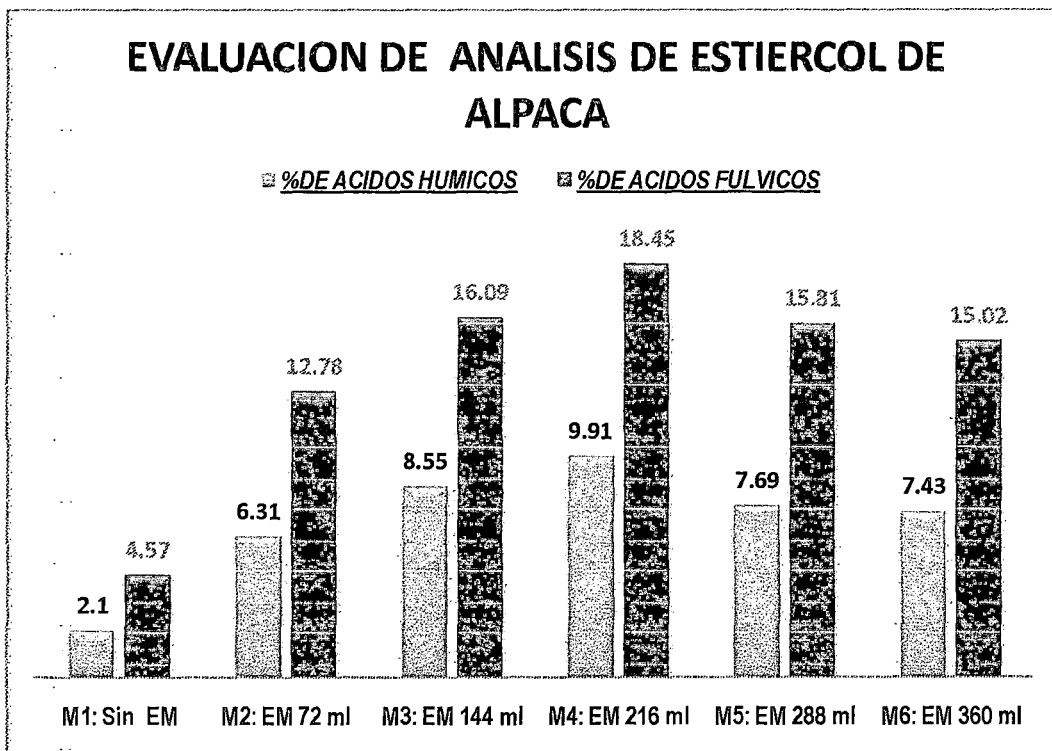
Cuadro N° 13 Resultados del análisis de descomposición de estiércol

MUESTRA	% DE ACIDOS HUMICOS	% DE ACIDOS FULVICOS
M1 Sin EM	2.1	4.57
M2 EM 72 ml	6.31	12.78
M3 EM 144 ml	8.55	16.09
M4 EM 216 ml	9.91	18.45
M5 EM 288 ml	7.69	15.81
M6 EM 360 ml	7.43	15.02

Fuente: Elaboración Propia.

Según los resultados del análisis de descomposición del estiércol de alpaca lo optimo es aplicando 3 litros de EM, seguido por 2 litros esto quiere decir que se debe de utilizarse en el margen del porcentaje de 1.44 a 2.16% a mayores y menores de 3 litros de EM empiezan a bajar el porcentaje de ácidos húmicos y fulvicos y la descomposición del estiércol de la misma manera a disminuido en los otros tratamientos.

Grafico N° 04. Evaluación de análisis de estiércol de alpaca



Según el gráfico N° 04, la muestra N° 04 se encuentra con mayor contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, seguido por la muestra N° 03, esto es un indicador de la descomposición del estiércol de alpaca con la aplicación de EM que ha reducido el tiempo de descomposición de tres meses a un mes; sin embargo, normalmente la descomposición se produce en tres meses bajo condiciones de medioambientales del altiplano, el testigo sin la aplicación de EM reporta los menores contenidos de ácidos fúlvicos y húmicos, esto quiere decir que está en proceso de descomposición. La disponibilidad de los elementos nutrientes es mayor cuando la materia orgánica se descompone, esto se confirma con los resultados de rendimiento de materia verde y seca.

4.2 Composición florística de los bofedales.

Los resultados de la composición florística de los dos bofedales evaluados en las épocas lluvia y seca en la Puna Seca y Puna húmeda del altiplano de Puno, se muestran bien detallados en los cuadros 14 y 15 del bofedal Quimsacha y 17 y 18 del bofedal Munay Paqocha.

4.2.1 Bofedal de Quimsachata

Los resultados de la composición florística del bofedal de Quimsachata se encuentran detallados en el cuadro N° 14 y 15, los mismos que se encuentran clasificados en especies deseables, poco deseables y sin valor forrajero en la que se han identificado un total de 16 especies vegetales herbáceas tanto en época de lluvia y época seca.

En la época de lluvia, la mayor composición porcentual por tratamiento corresponde a la especie deseable *Eleocharis albibracteata* que están entre el 24.31 a 25.30 %, le siguen la especie *Hypochoeris stenocephala* que están entre

los 15.57 a 17.23 %, *Trifolium repens* que están entre el 14.63 a 15.33 %, estas tres especies deseables son las que predominan en este bofedal, la composición florística total de la primera evaluación de las especies deseables que representan entre el 83.54 a 84.07 % y las poco deseables representan entre el 15.26 a 15.80 % en todos los tratamientos. Como se muestra en forma detallada en el cuadro N° 14.

Cuadro N° 14 Composición florística en la época de lluvias del bofedal de Quimsachata.

ESPECIES	CLAVE	PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS (%)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
DESEABLES		84.00	84.07	83.58	83.65	83.70	83.79	83.54	83.54
<i>Alchemilla pinnata</i>	Alpi	5.24	6.15	6.00	6.00	5.73	5.82	6.09	5.60
<i>Cotula mexicana</i>	Come	2.99	3.49	2.58	2.75	2.96	3.09	2.46	2.62
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	3.84	3.08	3.50	3.00	3.54	3.45	3.50	3.54
<i>Distichia sp</i>	Di sp	2.11	2.31	2.00	2.65	2.73	2.26	2.33	2.42
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	24.37	24.52	25.30	24.55	24.52	24.31	24.58	24.89
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Hybo	7.54	8.05	7.70	7.65	7.11	7.75	7.60	7.77
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyst	17.23	15.57	16.30	16.36	16.23	16.14	16.38	15.95
<i>Juncus doumbeyanus</i>	Judo	1.77	1.78	1.30	1.91	1.54	1.56	1.76	1.74
<i>Liliaeopsis andina</i>	Lian	1.98	1.79	1.70	1.96	1.86	1.67	1.72	1.92
<i>Luzula peruviana</i>	Lupe	0.17	0.21	0.20	0.27	0.33	0.27	0.26	0.24
<i>Poa sp</i>	Posp	0.23	0.32	0.30	0.31	0.30	0.34	0.33	0.35
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	0.31	0.53	0.30	0.35	0.31	0.24	0.26	0.38
<i>Ranunculus breviscapus</i>	Rabre	0.23	0.45	0.30	0.17	0.41	0.23	0.37	0.38
<i>Trifolium repens</i>	Trire	14.72	14.63	15.10	14.77	15.07	15.33	14.90	14.73
<i>Werneria pygmaea</i>	Wepy	1.27	1.19	1.00	0.95	1.06	1.33	1.00	1.01
POCO DESEABLES		15.37	15.26	15.92	15.44	15.34	15.68	15.80	15.51
<i>Calamagrostis rigescens</i>	Carig	15.37	15.26	15.92	15.44	15.34	15.68	15.80	15.51
COBERTURA VEGETAL		99.37	99.33	99.50	99.09	99.04	99.47	99.34	99.05
SIN VALOR FORRAJERO		0.63	0.66	0.50	0.92	0.98	0.53	0.65	0.97
Musgo	L	0.41	0.37	0.30	0.45	0.62	0.35	0.37	0.64
Suelo desnudo	D	0.22	0.29	0.20	0.47	0.36	0.18	0.28	0.33
TOTAL		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los Resultados Obtenidos

En la época seca, la mayor composición porcentual corresponde a la especies deseables *Eleocharis albibracteata* en todos los tratamientos están entre 22.27 a 23.67%, le siguen la especies *Hypochoeris stenocephala* que están entre los 12.91 a 13.99 % y *Trifolium repens* que están entre 12.77 a 13.58 %, estas tres especies deseables son las que predominan en este bofedal, la composición

florística total de la segunda evaluación de las especies deseables representan entre el 70.92 a 72.72 % y las poco deseables representan desde el 24.21 a 25.64 % en todos los tratamientos. Como se muestra en forma detallada en el cuadro N° 14 esta diferencia se debe a que las especies poco deseables son las que más soportan a las temperaturas altas de la temporada secano como son los meses de junio hasta diciembre.

Cuadro N° 15 Composición florística en la época seca del bofedal de Quimsachata.

ESPECIES	CLAVE	PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS (%)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
DESEABLES		70.99	70.92	71.43	71.79	72.30	72.72	72.42	71.49
<i>Alchemilla pinnata</i>	Alpi	3.83	4.00	4.00	4.85	4.40	4.49	4.32	4.15
<i>Cotula mexicana</i>	Come	1.73	2.07	1.70	1.58	1.55	2.23	1.68	1.89
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	2.48	1.78	2.45	2.34	2.07	2.67	2.39	2.67
<i>Distichia sp</i>	Di sp	1.52	3.00	1.50	1.44	1.63	1.46	1.50	1.55
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	23.15	22.27	23.60	23.51	23.63	23.16	23.53	23.17
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Hybo	4.33	3.33	4.00	4.12	4.38	4.06	4.38	3.74
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyst	13.40	12.91	13.73	13.67	13.80	13.57	13.99	13.73
<i>Juncus doumbeyanus</i>	Judo	0.35	0.42	0.30	0.32	0.41	0.33	0.30	0.34
<i>Liliaeopsis andina</i>	Lian	1.34	1.33	1.30	1.37	1.30	1.26	1.27	1.33
<i>Luzula peruviana</i>	Lupe	0.14	0.27	0.10	0.14	0.11	0.21	0.12	0.14
<i>Poa sp</i>	Po sp	0.45	0.60	0.50	0.51	0.50	0.50	0.53	0.59
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	0.42	0.48	0.40	0.43	0.42	0.56	0.42	0.42
<i>Ranunculus breviscapus</i>	Rabre	3.18	4.28	3.30	3.27	3.62	3.24	3.56	3.30
<i>Trifolium repens</i>	Trire	13.25	12.88	13.25	12.77	13.08	13.58	13.12	13.13
<i>Werneria pygmaea</i>	Wepy	1.42	1.30	1.30	1.47	1.40	1.40	1.31	1.34
POCO DESEABLES		25.64	25.39	25.57	24.69	24.57	24.21	24.54	25.19
<i>Calamagrostis rigescens</i>	Cari	25.64	25.39	25.57	24.69	24.57	24.21	24.54	25.19
COBERTURA VEGETAL		96.63	96.31	97.00	96.48	96.87	96.93	96.96	96.68
SIN VALOR FORRAJERO		3.38	3.69	3.00	3.52	3.14	3.07	3.04	3.31
<i>Musgo</i>	L	1.47	1.54	1.20	1.65	1.29	1.27	1.31	1.34
Suelo desnudo	D	1.91	2.15	1.80	1.87	1.85	1.80	1.73	1.97
TOTAL		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los Resultados Obtenidos

Los resultados muestran que en ambas evaluaciones predominan las mismas especies esto debido a que el bofedal de Quimsachata es de origen artificial y se encuentra en constante humedad. Cabe mencionar también que en la primera evaluación de composición florística se realizó en la temporada de lluvias en el mes de abril después de haber aplicado el estiércol tratado con EM en

tratamientos diferentes y la segunda evaluación se realizó al final del estudio en la temporada seca en el mes de diciembre, donde las especies vegetales estaban en proceso de recuperación después de haber soportado las heladas de los meses de mayo a julio.

No existe influencia del EM en la composición florística según los resultados obtenidos por lo tanto no hay especies nuevas dentro del bofedal en estudio.

Cuadro N° 16 Comparación de la época de lluvias y seca de composición florística entre tratamientos del bofedal Quimsachata.

ESPECIES	PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS EPOCA DE LLUVIAS (%)								PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS EPOCA SECA (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
DESEABLES	84.00	84.07	83.58	83.65	83.70	83.79	83.54	83.54	70.99	70.92	71.43	71.79	72.30	72.72	72.42	71.49
POCO DESEABLES	15.37	15.26	15.92	15.44	15.34	15.68	15.80	15.49	25.63	25.39	25.57	24.69	24.56	24.21	24.54	25.20
COBERTURA VEGETAL	99.37	99.33	99.50	99.09	99.04	99.47	99.34	99.03	96.62	96.31	97.00	96.48	96.86	96.93	96.96	96.69
SIN VALOR FORRAJERO	0.63	0.67	0.50	0.91	0.96	0.53	0.66	0.97	3.36	3.69	3.00	3.52	3.14	3.07	3.04	3.31

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los Resultados Obtenidos

En resumen, la cobertura vegetal es superior en la época de lluvias están entre el 99.03 a 99.50 % en todos los tratamientos en comparación con la segunda evaluación que se realizó en la época seca que están dentro del 96.31 a 97.00 %, y las especies sin valor forrajero se encontró en mayores proporciones en la segunda evaluación de la época seca que es de 3.00 a 3.69% en comparación con la primera evaluación en época de lluvias que fue de 0.50 a 0.97 %, esta diferencia se debe a que en la época seca desaparecen especies vegetales por factores medioambientales existentes en zona.

Existen estudios realizados por el sistema TDPS (2001), en el bofedal de Sulluhiri ubicado en el distrito de Santa Lucia a 4400 msnm, con una cobertura vegetal total de 98.50% y un 1.50% corresponde a musgos, líquenes y suelo desnudo. Donde *Eleocharis albibracteata* (25.40%) y *Hypochoeris stenocephala* (18.20%) corresponden mayor dominancia y frecuencia, y *Gentiana sedifolia*

(0.30%) y *Cardamine bonariensis* (0.10%) corresponden los valores menores, estos resultados tienen cierta similitud como también la cobertura vegetal.

El mismo sistema TDPS (2001), reporta en el bofedal de Aticata ubicado en el distrito de Santa Lucía a 4400 msnm, con una cobertura vegetal total de 98.50% y un 1.50% corresponde a musgos, líquenes y suelo desnudo. Donde *Distichia muscoides* (18.63%) y *Deyeuxia rigescens* (12.90%) constituyen mayor dominancia y frecuencia, mientras que *Poa sp* (0.30%) y *Astragalus sp.* (0.11%), corresponde los porcentajes menores, igualmente los datos encontrados tienen alguna similitud con los resultados obtenidos por el presente trabajo de investigación esta comparación de resultados se hace con la finalidad de que el bofedal en estudio se encuentra en el mismo distrito de Santa Lucía.

4.3.2 Bofedal de Munay Paqocha.

El bofedal denominado Munay paqocha, se ubica en una semiplanicie con una topografía ligeramente inclinado y está formado por numerosas especies herbáceas aprovechadas al pastoreo durante todo el año. La composición florística de este bofedal agrupado en especies deseables, poco deseables se aprecia en el cuadro N° 17 y 18, en la que se han identificado un total de 20 especies vegetales herbáceas tanto en la época de lluvias y seca.

En la época de lluvia, la mayor composición porcentual por tratamiento corresponde a las especies deseables *Distichia muscoides* que están entre el 19.67 a 21.33 %, le siguen las especies *Plantago rigida* están entre los 5.65 a 7.33 %, *Plantago tubulosa* que están entre el 10.57 a 11.45 %, *Wemeria nubigena* que están entre el 9.50 a 10.19 %, estas cuatro especies son las que predominan en este bofedal, la composición florística de la primera evaluación de las especies

deseables representan en porcentajes de 75.87 a 78.26 % y las poco deseables representan con mas de 18.75 a 21.14 % en todos los tratamientos. Como se muestran en forma detallada en el cuadro N° 17

Cuadro N° 17 Composición florística inicial del bofedal de Munay Paqocha, entre tratamientos.

ESPECIES	CLAVE	PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS (%)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
DESEABLES		75.92	76.51	75.87	76.25	76.86	76.68	78.26	77.60
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	21.33	21.00	20.67	21.33	20.93	20.19	20.28	19.67
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	10.57	10.67	10.67	11.00	10.67	11.27	11.45	11.10
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyste	8.00	7.77	8.00	7.83	8.20	7.71	7.56	7.93
<i>Wemeria nubigena</i>	Wenu	9.67	9.67	9.67	9.53	9.67	9.50	9.78	10.19
<i>Wemeria sp</i>	We sp	5.08	5.07	4.83	5.00	5.00	5.28	4.74	5.17
<i>Alchemilla diplophylla</i>	Aldi	4.67	4.84	4.67	4.35	4.92	6.12	4.84	4.80
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	5.96	5.67	5.67	5.55	5.67	5.25	6.11	5.86
<i>Carex sp.</i>	Ca sp	3.84	4.54	4.14	4.20	4.23	3.67	5.14	5.25
<i>Caltha sagittata</i>	Casa	1.26	1.57	1.84	1.75	1.86	1.98	2.65	1.77
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo	2.63	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.95
<i>Alchemilla erodifolia</i>	Aler	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
<i>Gentiana peruviana</i>	Gepe	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
POCO DESEABLES		21.12	20.53	21.14	20.76	20.18	20.53	18.75	19.72
<i>Plantago rigida</i>	Plari	7.05	7.33	7.23	7.33	7.18	7.25	5.65	6.62
<i>Deyeuxia rigescens</i>	Derig	5.67	5.34	5.67	5.67	5.62	5.67	5.48	5.49
<i>Deyeuxia crhyantha</i>	Decrhy	3.50	3.33	3.33	3.47	3.43	3.33	3.33	3.20
<i>Ranunculus flabelliformis</i>	Rafla	1.50	1.30	1.28	1.13	1.00	1.29	1.12	1.28
<i>Luzula peruviana</i>	Lupe	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.36	0.31	0.33
<i>Azorella diapensoides</i>	Azdi	1.47	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.19
<i>Oxychloe andina</i>	Oxan	1.27	1.27	1.65	1.17	1.00	1.00	1.33	1.17
<i>Aciachne pulvinata</i>	Acpu	0.33	0.33	0.35	0.36	0.32	0.33	0.23	0.44
COBERTURA VEGETAL		97.04	97.04	97.01	97.01	97.04	97.21	97.01	97.32
SIN VALOR FORRAJERO		2.98	2.98	2.99	2.98	2.96	2.80	2.98	2.69
Mantillo	M	0.67	0.67	0.68	0.67	0.65	0.67	0.67	0.67
Suelo desnudo	D	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.13	2.31	2.02
TOTAL		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los Resultados Obtenidos

En la época seca, la mayor composición porcentual por tratamiento corresponde a la especie deseable *Distichia muscoides* que están entre el 12.72 a 14.28 %, le siguen las especies *Plantago rigida* están entre los 10.38 a 10.70 %, *Plantago tubulosa* que están entre el 6.96 a 7.67 %, *Wemeria sp* que están entre el 6.55 a 7.33 %, estas cuatro especies deseables son las que predominan en este bofedal,

la composición florística de la segunda evaluación de las especies deseables representan en porcentajes de 58.26 a 59.47 % y las poco deseables representan con mas de 26.86 a 28.06 % en todos los tratamientos. Como se muestran en forma detallada en el cuadro N° 18

Cuadro N° 18 Composición florística final del bofedal de Munay Paqocha, entre tratamientos.

ESPECIES	CLAVE	PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS (%)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
DESEABLES		58.84	59.26	58.63	58.26	59.42	59.47	59.24	58.58
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	13.28	14.28	13.60	13.34	14.28	14.19	14.28	12.72
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	7.00	7.67	7.67	7.67	7.67	6.96	7.67	7.67
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyste	5.67	5.67	5.67	5.67	5.67	5.67	5.34	5.27
<i>Werneria nubigena</i>	Wenu	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	4.00
<i>Werneria sp</i>	We sp	6.67	6.89	6.67	7.17	7.00	7.33	7.02	6.55
<i>Alchemilla diplophylla</i>	Aldi	7.38	6.15	6.67	6.67	6.55	6.92	6.60	6.79
<i>Eleocharis albibractea</i>	Elal	3.12	2.92	2.95	2.50	2.74	2.74	2.78	2.94
<i>Carex sp.</i>	Ca sp	1.91	1.84	1.84	1.84	1.67	1.82	1.35	1.97
<i>Caltha sagittata</i>	Casa	4.41	4.33	4.05	4.14	4.33	4.30	4.36	4.81
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.52
<i>Alchemilla erodifolia</i>	Aler	1.67	1.67	1.67	1.42	1.67	1.67	2.00	1.67
<i>Gentiana peruviana</i>	Gepe	1.56	1.67	1.67	1.67	1.67	1.70	1.67	1.67
POCO DESEABLES		27.87	27.49	28.06	27.77	27.33	26.86	27.41	28.06
<i>Plantago rigida</i>	Plari	10.38	10.57	10.57	10.57	10.57	10.70	10.57	10.57
<i>Deyeuxia rigescens</i>	Derig	8.12	6.81	5.97	6.98	6.97	6.52	6.75	7.05
<i>Deyeuxia crhysantha</i>	Dechrh	2.11	2.00	2.10	2.11	2.00	2.17	2.00	2.13
<i>Ranunculus flabelliformis</i>	Rafla	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.53	1.33	1.33
<i>Luzula peruviana</i>	Lupe	1.17	1.06	1.23	1.17	1.00	1.32	1.33	1.17
<i>Azorella diapensoides</i>	Azdi	1.22	2.08	2.89	1.58	2.00	1.26	1.77	1.77
<i>Oxychloe andina</i>	Oxan	1.25	1.33	1.33	1.32	1.33	1.33	1.33	1.33
<i>Acicahne pulvinata</i>	Acpu	2.29	2.31	2.64	2.71	2.13	2.03	2.33	2.71
COBERTURA VEGETAL		86.75	86.75	86.75	86.75	86.75	86.75	86.75	86.75
SIN VALOR FORRAJERO		13.29	13.25	13.31	13.96	13.25	13.67	13.35	13.38
Mantillo	M	5.52	5.55	5.42	5.86	5.55	5.55	5.55	5.55
Suelo desnudo	D	7.77	7.70	7.89	8.10	7.70	8.12	7.80	7.83
TOTAL		100.04	100.00	100.06	100.71	100.00	100.42	100.10	100.13

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los Resultados Obtenidos

Los resultados muestran que en ambas evaluaciones predominan casi las mismas especies esto debido a que el bofedal de Munay paqocha es de origen natural y se encuentra en constante humedad. Cabe mencionar también que en la primera evaluación de composición florística se realizó en la temporada de lluvias en el

mes de abril después de haber aplicado el estiércol tratado con EM en tratamientos diferentes y la segunda evaluación se realizó en la temporada seca al final del estudio en el mes de diciembre, donde las especies vegetales estaban en proceso de recuperación después de haber soportado las heladas de los meses de mayo a julio.

Cuadro N° 19 Comparación inicial y final de composición florística entre tratamientos del bofedal Munay Paqocha.

ESPECIES	PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS DE LA EPOCA DE LLUVIAS (%)								PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS FINALES DE LA EPOCA SECA (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
DESEABLES	75.92	76.51	75.87	76.25	76.86	76.68	78.26	77.60	58.84	59.26	58.63	58.26	59.42	59.47	59.24	58.58
POCO DESEABLES	21.11	20.52	21.14	20.76	20.18	20.53	18.75	19.71	27.87	27.49	28.06	27.78	27.33	26.86	27.41	28.04
COBERTURA VEGETAL	97.03	97.03	97.01	97.01	97.04	97.21	97.01	97.31	86.71	86.75	86.69	86.04	86.75	86.33	86.65	86.62
SIN VALOR FORRAJERO	2.97	2.97	2.99	2.99	2.96	2.79	2.99	2.69	13.29	13.25	13.31	13.96	13.25	13.67	13.35	13.38

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los Resultados Obtenidos

En resumen, la cobertura vegetal es superior en la época de lluvias están entre el 97.01 a 97.21% en todos los tratamientos en comparación con la segunda evaluación de la época seca que están dentro del 96.04 a 96.75 % y las especies sin valor forrajero se encontró en mayor proporción en la segunda evaluación de la época seca que es de 13.25 a 13.96% en comparación con la primera evaluación en época de lluvias que es de 2.69 a 2.99 %, esta diferencia se debe a que en la época seca desaparecen especies vegetales algunos de estas especies entran a invernar por factores medioambientales existentes en zona.

Al respecto REINOSO *et al* (2001), indican que para Puna Húmeda, se encuentra una relativa dominancia de dos especies: *Distichia muscoides*, *Plantago rigida* y *Plantago tubolosa* que se incrementa por encima del 7% en promedio. Estos datos muestran lo que se encontró en el presente trabajo en el bofedal de Munay Paqocha - Macusani perteneciente a la puna húmeda, donde los datos son similares con la fuente y la especie dominante como es el caso de las especies

Distichia muscoides tiene mayor porcentaje por encima de las otras especies, seguido de *Plantago rigida* y *Plantago tubulosa*, lo que demuestra que existe zonas del bofedal de porte almohadillado, pero también zonas donde dominan especies herbáceas como lo demuestran los datos en los cuadros 17 y 18.

4.2.3 Producción de Materia Verde (Kg/Há)

Para obtener la producción de materia verde de los dos bofedales seleccionadas se realizó la cosecha correspondiente a las subparcelas seleccionadas y protegidas con jaulas protectoras en todas las parcelas de acuerdo a los tratamientos al final del experimento a continuación se muestran los promedios de los resultados obtenidos en el cuadro N° 20.

Cuadro N° 20 Comparación de promedios de resultados de materia verde

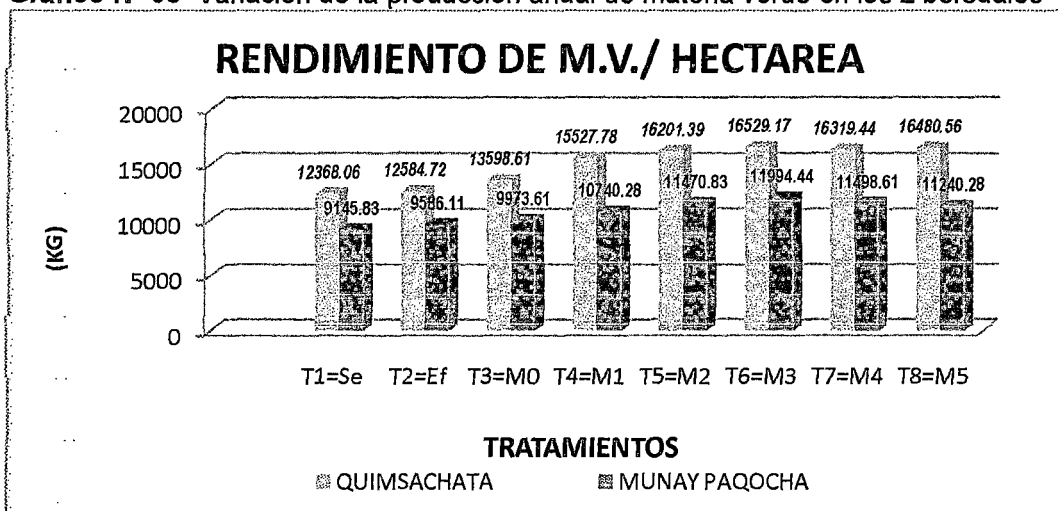
TRATAMIENTOS	QUIMSACHATA (kg/há)	MUNAY PAQOCHA (kg/há)
T1=Se	12,368.06	9,145.83
T2=Ef	12,584.72	9,586.11
T3=M0	13,598.61	9,973.61
T4=M1	15,527.78	10,740.28
T5=M2	16,201.39	11,470.83
T6=M3	16,529.17	11,994.44
T7=M4	16,319.44	11,498.61
T8=M5	16,480.56	11,240.28

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los resultados obtenidos

Según el cuadro N° 20 los resultados promedios obtenidos en la producción de materia verde en los dos bofedales fue del tratamiento T=6 o M3 es la que más ha sobresalido en los dos bofedales seleccionadas con 16,529.17 kg/ha en el bofedal Quimsachata y 11,994.44 kg/ha en el bofedal Munay paqocha, esto significa que el rendimiento optimo es con la aplicación de 3 litros de EM/há por lo que el estiércol descompuesto es fundamental en el crecimiento de los especies vegetales afectando considerablemente en el rendimiento de materia verde y

seca como se muestran en el cuadro de los resultados también se muestra que a mayor y menor aplicación de EM los rendimientos empiezan a disminuir por lo tanto se ha encontrado un promedio óptimo que se encuentra entre el 1.5 a 2% este porcentaje no afectaría mucho en la economía y que estaría al alcance de los productores y de esa manera mejorarían el rendimiento de sus pastizales y por ende tendrían mayor cantidad de alpacas, cabe mencionar que existe una diferencia significativa con los tratamientos testigos en los dos bofedales T1 = Se con 12,368.06 y 9,145.83 kg/há y el tratamiento que ha sido aplicado con estiércol fresco el T2 = Ef con 12,584.72 y 9,586.11 Kg/há y descompuesto sin EM el tratamiento T3 = M0 con 13,598.61 y 9,973.61 Kg/há respectivamente, de acuerdo a los resultados obtenidos en el rendimiento de materia verde y seca en los dos bofedales se ha llegado a una conclusión de que el estiércol descompuesto favorece en el crecimiento de los pastizales de una manera muy notoria para ello es necesario utilizar el EM para la rápida descomposición de los estiércoles, los resultados de rendimiento obtenido en el campo se muestra en el grafico N° 05.

Gráfico N° 05 Variación de la producción anual de materia verde en los 2 bofedales



Cuadro N° 20.1 Análisis de varianza en la producción de materia verde en el bofedal de Quimsachata

F de V	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Pr > F	Ft	
						0.05	0.01
FILAS	7	7.6891438	1.09844910	2.56	0.0273	2.24 *	3.1 n.s
COLUMNAS	7	10.7678938	1.5382705	3.59	0.0041	2.24 *	3.1 *
TRATAMIENTOS	7	135.5612938	19.3658991	45.13	0.0001	2.24 *	3.1*
ERROR EXP	42	1802096.25	0.4290705				
TOTAL	63	172.0392938					

C.V = 4.78 %

En el cuadro N° 20.1 se muestra el análisis de varianza para el variable de la producción de materia verde del bofedal Quimsachata establecidas en kg/hectárea durante todo el año del 2009, el coeficiente de variabilidad es 4.78 %, lo que indica que el experimento en parcelas ha sido considerado con una calificación muy buena en comparación con otros experimentos convencionales, por otro lado la Fc para las filas es 2.56, para las columnas es 3.59 y para tratamiento es 45.13, el nivel de significación de Ft para 5% existe diferencia significativa entre filas, columnas y tratamientos. Por lo tanto se rechazan las hipótesis planteadas y se hace la prueba de significancia de comparación múltiple de medias de Duncan.

Cuadro N° 20.2 Prueba de significancia de medias de Duncan de la producción de materia verde del bofedal Quimsachata

N° de Filas	Promedio de Medias	Duncan P < 0.05	N° de Columnas	Promedio de Medias	Duncan P < 0.05	N° de Tratamiento	Promedio de Medias	Duncan P < 0.05
8	14.1600	a	4	14.3138	a	T6 = M3	14.8763	a
7	14.0475	a	7	14.1763	a	T8 = M5	14.8325	a
4	13.8775	a b	6	13.8988	a b	T7 = M4	14.6875	a b
6	13.8713	a b	5	13.7500	a b	T5 = M2	14.5813	a b
5	13.6988	a b c	3	13.6325	a b c	T3 = M0	14.1675	a b c
1	13.5638	a b c	8	13.4400	b c	T4 = M1	13.9750	b
2	13.2400	b c	1	13.4000	b c	T2 = Ef	11.3263	c
3	13.1188	c	2	12.9663	c	T1 = Se	11.1313	c

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° 20.2 se observa el numero de promedio de medias de las comparaciones de las filas 8, 7, 4, 6, 5 y 1 son iguales estadísticamente pero

diferentes numéricamente de igual manera el promedio de las filas 4, 6, 5, 1 y 2 los mismos que 5, 1, 2 y 3 todos ellos son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° filas.

El numero de promedio de medias de las comparaciones de las columnas 4, 7, 6, 5 y 3 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente de igual manera el promedio de las columnas 6, 5, 3, 8 y 1 los mismos que 3, 8, 1 y 2 todos ellos son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° columnas.

El numero de promedio de medias de las comparaciones de los tratamientos M3, M5, M4, M2 y M0 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente de igual manera el promedio de los tratamientos M4, M2, M0 y M1 los mismos que M0, Ef, y Se todos ellos son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° tratamientos.

En conclusión según la prueba de comparación múltiple de Duncan no existe diferencias significativas comparadas entre promedios de número de filas, columnas pero si existe diferencias entre tratamientos por la adicción de EM al estiércol aplicado al bofedal ya está en función al rendimiento de materia verde.

Cuadro N° 20.3 Análisis de varianza en la producción de materia verde en el bofedal de Munay paqocha

F de V	G.L	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F	Ft	
						0.05	0.01
FILAS	7	1.39712344	0.19958906	0.45	0.8654	2.24 n.s	3.1 n.s
COLUMNAS	7	2.78099844	0.39728549	0.89	0.5206	2.24 n.s	3.1 n.s
TRATAMIENTOS	7	44.28804844	6.32686406	14.22	0.0001	2.24 *	3.1*
ERROR EXP	42	18.68131563	0.44479323				
TOTAL	63	67.14748594					

C.V = 6.88 %

En el cuadro N° 20.3 se muestra el análisis de varianza para el variable de la producción de materia verde en el bofedal Munay Paqocha establecidas en kg/Hectárea durante todo el año del 2009, el coeficiente de variabilidad es 6.88 %, lo que indica que el experimento en parcela ha sido considerado con una calificación muy buena en comparación con otros experimentos convencionales, por otro lado la Fc para las filas es 0.45, para las columnas es 0.89 y para tratamiento es 14.22, el nivel de significación de Ft para 5% no existe diferencia significativa entre filas, columnas. Por lo tanto se acepta las hipótesis planteadas y para tratamientos existe diferencia significativa por lo tanto se rechaza las hipótesis planteada y se hace la prueba de significancia de comparación múltiple de medias de Duncan, solamente para tratamientos.

Cuadro N° 20.4 Prueba de significancia múltiple de medias de Duncan

N° de Filas	Promedio de Medias	Duncan P = 0.05	N° de Columnas	Promedio de Medias	Duncan P = 0.05	N° de Tratamiento	Promedio de Medias	Duncan P < 0.05
8	10.0225	a	2	10.0963	a	T6 = M3	10.7950	a
6	9.8213	a	3	9.8763	a	T7 = M4	10.3488	a b
1	9.7000	a	1	9.8388	a	T5 = M2	10.3238	a b
2	9.6950	a	4	9.975	a	T8 = M5	10.1163	a b c
5	9.6200	a	8	9.6138	a	T4 = M1	9.6663	b c
4	9.6113	a	5	9.5250	a	T3 = M0	9.4875	c
7	9.6088	a	6	9.4888	a	T2 = Ef	8.6275	d
3	9.5175	a	7	9.4600	a	T1 = Se	8.2313	d

Fuente: elaboración propia de acuerdo a los resultados obtenidos.

En el cuadro N° 20.4 se observa el numero de promedio de medias de las comparaciones de las filas y columnas son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente, por lo tanto no existe diferencia significativa tampoco se necesita hacer la prueba de significancia múltiple y se acepta la hipótesis planteada.

El numero de promedio de medias de las comparaciones de los tratamientos M3, M4, M2, y M5 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente de igual manera el promedio de los tratamientos M4, M2, M5 y M1 los mismos que M5, M1 y M0 de otro lado también son iguales Ef, y Se todos ellos son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° tratamientos.

En conclusión según la prueba de comparación múltiple de Duncan no existe diferencias significativas comparada entre promedios de numero de filas, columnas y entre tratamientos todos estos datos están en orden de mayor a menor de acuerdo a las comparaciones que existen.

4.2.4 Producción de Materia Seca (Kg/Ha)

La obtención de la producción de materia seca de los dos bofedales seleccionadas se hizo en el laboratorio de pastos y forrajes de la estación experimental de INIA Puno. Después de la cosecha y pesado de la materia verde de los dos bofedales seleccionadas se utilizó para el secado una estufa eléctrica por 48 horas luego se hizo el pesado de la materia seca de todos los tratamientos y parcelas a continuación se muestran en el cuadro N° 21 los promedio de los tratamientos.

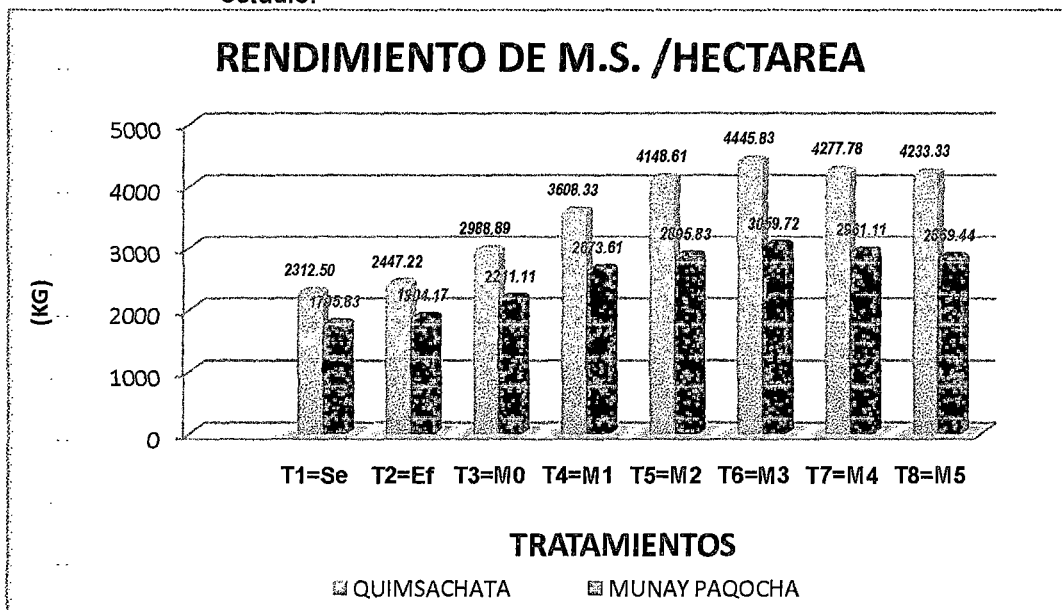
Cuadro N° 21 Comparación de promedios de resultados de materia seca

TRATAMIENTOS	QUIMSACHATA (kg/ha)	MUNAY PAQOCHA (kg/ha)
T1=Se	2,312.50	1,795.83
T2=Ef	2,447.22	1,904.17
T3=M0	2,988.89	2,211.11
T4=M1	3,608.33	2,673.61
T5=M2	4,148.61	2,895.83
T6=M3	4,445.83	3,059.72
T7=M4	4,277.78	2,961.11
T8=M5	4,233.33	2,869.44

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los resultados obtenidos

Los resultados promedios obtenidos en la producción de materia seca en los dos bofedales fue que el tratamiento T=6 o M3 es la que más ha sobresalido en los dos bofedales seleccionadas con 4,445.83 kg/hectárea en el bofedal Quimsachata y 3,059.72 kg/hectárea en el bofedal Munay paqocha, seguido por los otros tratamientos que han sido tratadas el estiércol de alpaca con microorganismos eficientes (EM). El tratamiento T6 = M3 es el tratamiento a la que se ha agregado 3 litros de EM/Hectárea, a diferencia de los otros tratamientos en la descomposición de estiércol han sido aplicadas con EM no existe diferencia entre ellos, pero la diferencia si existe en forma notoria con los tratamientos testigos en los dos bofedales T1 = Se con 2,312.50 y 1,795.83 kg/há y el tratamiento que ha sido aplicado con estiércol fresco el T2 = Ef con 2,447.22 y 1,904.17 kg/há y descompuesto sin EM el tratamiento T3=M0 con 2,988.89 y 2,211.11 kg/há respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos con la introducción de EM se nota la diferencia en el campo y también en la descomposición de materia orgánica como se muestra en el grafico N° 06.

Gráfico N° 06 Variación de la producción anual de materia seca en los 2 bofedales en estudio.



Al respecto RUIZ, C. Y TAPIA, M. (1987), indican que debido a la estacionalidad de lluvias y condiciones de temperatura y humedad del suelo adecuado, los pastizales tienen un período definido de crecimiento, así como un período de descanso en la época seca, ocasionando que la producción forrajera siga una curva de crecimiento concentrada en seis o siete meses del año. Este texto difiere un poco de los datos obtenidos en el presente trabajo mostrados en el gráfico N° 06, porque los bofedales donde se hizo el trabajo fueron bofedales permanentes, por lo tanto la humedad del suelo fue casi constante, todo esto está relacionado a otros factores como la disminución de la temperatura ambiental y la dormancia de algunas especies.

Por otro lado en lo referente a la producción de materia seca total, el INIA (2000), muestra evaluaciones realizadas en tres sectores de puna seca de el Collao; San José y Jihuaña ubicadas en diferentes altitudes, obteniendo los rendimientos de 8,669.8; 6,165.6 y 10,875.7 kg MV/ha respectivamente, mientras que la biomasa aérea seca de 3,163.63; 2,726.15 y 2,978.35 kg MS/ha. Además al respecto ÁLVAREZ (1993), indica que la disponibilidad forrajera promedio en bofedales durante la época seca es 1,809.4 Kg M.S./ha., Estos datos demuestran que existe una diferencia de los valores de producción, esto debido a la gran variabilidad florística que existe en los bofedales, tipo de bofedal, altura sobre el nivel del mar, además de los factores climatológicos que también influyen en la producción de materia seca este trabajo de investigación está dentro del margen de otros estudios existiendo algunas diferencias mínimas esto se debe que el estiércol tratada con EM, se hace notar en el rendimiento de materia seca, por lo que sea comprobado con este trabajo que acelera en la descomposición del estiércol es

por ello que el estiércol descompuesto aplicado a los pastizales tiene rendimientos superiores a los testigos que no han sido aplicados con estiércol.

Cuadro N° 21.1 Análisis de varianza en la producción de materia seca en el bofedal de Quimsachata

F de V	G.L	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F	Ft	
						0.05	0.01
FILAS	7	2.11064375	0.30152054	2.73	0.0199	2.24 *	3.1 n.s
COLUMNAS	7	0.65099375	0.09299911	0.84	0.5594	2.24 n.s	3.1 n.s
TRATAMIENTOS	7	31.73744375	4.53392054	41.04	0.0001	2.24 *	3.1*
ERROR EXP	42	4.64011250	0.11047887				
TOTAL	63	39.13919375					

C.V = 10.23 %

En el cuadro N° 21.1 se muestra el análisis de varianza para variable de producción de materia seca del bofedal Quimsachata establecidas en kg/hectárea durante todo el año del 2009, el coeficiente de variabilidad es 10.23%, indicando que el experimento en parcela ha sido considerado con una calificación muy buena en comparación con otros experimentos convencionales, por otro lado la Fc para las filas es 2.73, para las columnas es 0.84 y para tratamiento es 41.04, el nivel de significación de Ft para 5% filas y tratamientos existen diferencias significativas por lo tanto se rechazan las hipótesis planteadas y se hace la prueba de significancia de comparación múltiple de medias de Duncan para filas y tratamientos, pero para las columnas no existen diferencias significativas y se aceptan las hipótesis planteadas en las columnas.

Cuadro N° 21.2 Prueba de significancia de medias de Duncan

N° de Filas	Promedio de Medias	Duncan P < 0.05	N° de Columnas	Promedio de Medias	Duncan P= 0.05	N° de Tratamiento	Promedio de Medias	Duncan P<0.05
8	3.5000	a	4	3.4038	a	M3	4.0013	a
6	3.4713	a	7	3.3563	a	M4	3.8500	a
7	3.3263	a b	8	3.3300	a	M5	3.8100	a
5	3.3175	a b	6	3.2450	a	M2	3.7338	a
4	3.2788	a b	5	3.2300	a	M1	3.2475	b
3	3.0613	b	3	3.2075	a	M0	3.0713	b
2	3.0425	b	1	3.1138	a	Ef	2.2025	c
1	3.0000	b	2	3.1113	a	Se	2.0813	c

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N° 21.2 se observa el numero de promedio de medias de las comparaciones de las filas 8,6,7,5 y 4 por otro lado también 7,5,4,3,2 y 1 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente, por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° filas.

El numero promedio de medias de las comparaciones de las columnas 4,7,8,6,5,3,1 y 2 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° columnas.

El numero promedio de medias de las comparaciones de los tratamientos M3, M4, M5, y M2 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente de igual manera el promedio de los tratamientos M1 y M0 de otro lado también son iguales Ef, y Se todos ellos son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° tratamientos.

En conclusión según la prueba de comparación múltiple de Duncan no existe diferencias significativas comparada entre promedios de numero de filas, columnas y entre tratamientos todos estos datos están en orden de mayor a menor de acuerdo a las comparaciones que existen.

Cuadro N° 21.3 Análisis de varianza en la producción de materia seca en el bofedal de Munay paqocha.

F de V	G.L	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F	Ft	
						0.05	0.01
FILAS	7	0.18784375	0.02683482	0.33	0.9356	2.24 n.s	3.1 n.s
COLUMNAS	7	0.56986875	0.08140982	1.00	0.4428	2.24 n.s	3.1 n.s
TRATAMIENTOS	7	11.14721875	1.59245982	19.62	0.0001	2.24 *	3.1*
ERROR EXP	42	3.4090625	0.08116815				
TOTAL	63	15.31399375					

C.V = 12.39 %

En el cuadro N° 21.3 se muestra el análisis de varianza para variable de producción de materia seca del bofedal Munay paqocha establecidas en kg/hectárea durante todo el año del 2009, el coeficiente de variabilidad es 12.39%, indicando que el experimento en parcela ha sido considerado con una calificación muy buena en comparación con otros experimentos convencionales, por otro lado la Fc para las filas es 0.33, para las columnas es 1.00 y para tratamiento es 19.62, el nivel de significación de Ft para 5% y 1% filas y columnas no existen diferencias significativas ya que no supera la Fc a Ft, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada y entre tratamientos existe nivel de significancia por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada y se hace la prueba de significancia de comparación múltiple de medias de Duncan.

Cuadro N° 21.4 Prueba de significancia de medias de Duncan

N° de Filas	Promedio de Medias	Duncan P = 0.05	N° de Columnas	Promedio de Medias	Duncan P = 0.05	N° de Tratamiento	Promedio de Medias	Duncan P < 0.05
2	2.3838	a	4	2.4188	a	T6 = M3	2.7538	a
8	2.3625	a	5	2.3863	a	T7 = M4	2.6650	a b
7	2.3513	a	6	2.3450	a	T5 = M2	2.6063	a b
1	2.2925	a	8	2.3325	a	T8 = M5	2.5825	a b
6	2.2763	a	7	2.2900	a	T4 = M1	2.4063	b
3	2.2562	a	3	2.2875	a	T3 = M0	2.0588	c
4	2.2500	a	2	2.2525	a	T2 = Ef	1.7138	d
5	2.2300	a	1	2.0900	a	T1 = Se	1.6163	d

En el cuadro N° 21.4 se observa el número de promedio de comparaciones de medias filas y columnas que son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente. Es por ello no existe una diferencia significativa entre N° filas.

El número de promedio de medias de las comparaciones de los tratamientos M3, M4, M2, y M5 son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente de igual manera el promedio de los tratamientos M4, M2, M5 y M1 de otro lado también son iguales Ef y Se, todos ellos son iguales estadísticamente pero diferentes numéricamente por lo tanto no hay diferencia significativa entre N° tratamientos, M0 es diferente a los demás.

En conclusión según la prueba de comparación múltiple de Duncan no existe diferencias significativas comparada entre promedios de número de filas, columnas y entre tratamientos todos estos datos están en orden de mayor a menor de acuerdo a las comparaciones que existen.

4.3 Estimado de la Capacidad de Carga Óptima de los bofedales.

La estimación de la capacidad de carga óptima de los bofedales evaluados para el pastoreo de alpacas, se ha estimado con la información de la producción de materia seca anual encontrada en cada bofedal y teniendo en consideración reportes de trabajos de consumo de alpacas citado por Choque (2007), además con datos proporcionados por especialistas del INIA, quienes indican que las alpacas Huacaya adulto consumen en promedio el 2.3% de materia seca de su peso vivo. El peso vivo y consumo de materia seca estimado se encuentra en el cuadro N° 22.

Cuadro N° 22 Consumo de materia seca, kg/día/alpaca, de los bofedales evaluados

LOCALIDAD	ZONA AGROECOLÓGICA	PESO VIVO PROMEDIO (kg)	% DE CMS DE SU PESO VIVO	CONSUMO DE MATERIA SECA kg/día/alpaca
Quimsachata	Puna seca	59	2.30%	1.36 Kg
Munay Paqocha	Puna húmeda	58	2.30%	1.33 Kg

CMS = Consumo de materia seca

La capacidad de carga animal óptima (CAO) de los dos bofedales en estudio para el pastoreo de una unidad alpaca (UA), se obtuvo multiplicando la producción de materia seca (MS) por el factor de uso (FU) en pastoreo ideal y consumo de materia seca por unidad animal alpaca (UA), mediante la siguiente fórmula.

$$CAO = \frac{(MS. disponible en Kg /ha/ día) (FU)}{\text{Consumo de MS. Kg /UA/día}}$$

$$CAO = \frac{(6.34 \text{ kg.}) (0.5)}{1.36 \text{ Kg}} = 2.33$$

Cuadro N° 23 Estimado de la Carga animal óptima entre tratamientos en el bofedal de Quimsachata.

TRATAMIENTOS	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (kg/ha/día)	FACTOR DE USO (UAA/A/ha)	CONSUMO DE MATERIA SECA (kg/alpaca/día)	CARGA ANIMAL OPTIMA (UAA/A/ha)
T1=Se	6.34	0.50	1.36	2.33
T2=Ef	6.70	0.50	1.36	2.46
T3=M0	8.19	0.50	1.36	3.01
T4=M1	9.89	0.50	1.36	3.63
T5=M2	11.37	0.50	1.36	4.18
T6=M3	12.18	0.50	1.36	4.48
T7=M4	11.72	0.50	1.36	4.31
T8=M5	11.60	0.50	1.36	4.26

Fuente: Elaboración Propia

$$CAO = \frac{(4.92 \text{ kg.}) (0.5)}{1.33 \text{ kg}} = 1.84$$

Cuadro N° 24 Estimado de la Carga animal óptima entre tratamientos en el bofedal de Munay Paqocha.

TRATAMIENTOS	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (kg/ha/día)	FACTOR DE USO (UAA/A/ha)	CONSUMO DE MATERIA SECA (kg/alpaca/día)	CARGA ANIMAL OPTIMA (UAA/A/ha)
T1=Se	4.92	0.50	1.33	1.84
T2=Ef	5.22	0.50	1.33	1.96
T3=M0	6.06	0.50	1.33	2.27
T4=M1	7.32	0.50	1.33	2.75
T5=M2	7.93	0.50	1.33	2.97
T6=M3	8.38	0.50	1.33	3.14
T7=M4	8.11	0.50	1.33	3.04
T8=M5	7.86	0.50	1.33	2.95

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro N° 23, muestra que el bofedal de Quimsachata puede soportar una mayor carga de acuerdo a los diferentes tratamiento de 2.33 hasta 4.48 UAA/ha/año unidades de alpacas de peso vivo promedio 59 kg al año en una hectárea, superior al bofedal de Munay Paqocha con una carga de 1.84 a 3.14 UAA/ha/año con peso vivo promedio de 58 kg. Demostrándose así la diferencia de capacidad de carga de acuerdo a la producción forrajera existente, el tratamiento T6=M3 se obtuvo mayor incremento de la carga animal en los dos bofedales, esto depende mucho de la producción de materia verde y seca.

Al respecto en evaluaciones realizadas por INIA (2000), en tres sectores de puna seca, encontraron que tienen una capacidad de carga como sigue: sector Sullkanaca (2.5 UAA/ha), sector San José (2.8 UAA/ha) y Jihuaña (2.0 UAA/ha). Por otro lado CHOQUE (2007), menciona que el bofedal de Viluyo en la estación lluviosa y seca puede soportar óptimamente 4.82 y 3.71 unidades alpaca por hectárea respectivamente; con un promedio de 4.22 unidades alpacas/ha para el período de febrero a septiembre, de manera que se requiere 0.24 hectáreas de bofedal para pastorear una alpaca durante este período.

Los datos indicados por estos autores demuestran que existe una variación de capacidad de carga entre bofedales, esto por la variación en la producción forrajera, factor climatológico, tipo de bofedal y manejo hídrico principalmente. Además podemos mencionar que los datos de capacidad de carga estimado en el presente trabajo para los bofedales de Puna seca son mayores a lo reportado por INIA (2000), y la carga estimado para bofedal de Santa Rosa de Puna húmeda son similares a los datos obtenidos por Choque (2007), esto de cierta manera da mayor confiabilidad al trabajo de investigación realizado.

Cuadro N° 25 Consolidado de los datos obtenidos en el bofedal Quimsachata durante el año 2009

TRATAMIENTOS	ALTITUD	TEMPERATURA MEDIA AMBIENTAL (°C)	PRECIPITACION PLUVIAL (mm)	PRODUCCION FORRAJERA (kg MS/ha/año)	COBERTURA VEGETAL (%)	ESTIMADO DE CARGA ANIMAL (UAA/ha/año)
	(msnm)					
T1=Se	4300	6.53	687.60	2312.50	99.37	2.33
T2=Ef	4300	6.53	687.60	2447.22	99.33	2.46
T3=M0	4300	6.53	687.60	2988.89	99.50	3.01
T4=M1	4300	6.53	687.60	3608.33	99.09	3.63
T5=M2	4300	6.53	687.60	4148.61	99.04	4.18
T6=M3	4300	6.53	687.60	4445.83	99.47	4.48
T7=M4	4300	6.53	687.60	4277.78	99.34	4.31
T8=M5	4300	6.53	687.60	4233.33	99.03	4.26

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 26 Consolidado de los datos obtenidos en el bofedal Munay Paqocha durante el año 2009.

TRATAMIENTOS	ALTITUD	TEMPERATURA MEDIA AMBIENTAL (°C)	PRECIPITACION PLUVIAL (mm)	PRODUCCION FORRAJERA (kg MS/ha/año)	COBERTURA VEGETAL (%)	ESTIMADO DE CARGA ANIMAL (UAA/ha/año)
	(msnm)					
T1=Se	4650	5.20	574.00	1795.83	97.03	1.84
T2=Ef	4650	5.20	574.00	1904.17	97.03	1.96
T3=M0	4650	5.20	574.00	2211.11	97.01	2.27
T4=M1	4650	5.20	574.00	2673.61	97.01	2.75
T5=M2	4650	5.20	574.00	2895.83	97.04	2.97
T6=M3	4650	5.20	574.00	3059.72	97.21	3.14
T7=M4	4650	5.20	574.00	2961.11	97.01	3.04
T8=M5	4650	5.20	574.00	2869.44	97.31	2.95

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° 25 muestra al bofedal Quimsachata del Distrito de Santa Lucia, como el bofedal con mayor producción y por lo tanto una mayor soportabilidad de carga animal, este bofedal a diferencia del bofedal Munay Paqocha que se muestra en el cuadro N° 26 es un bofedal natural, que tiene un suministro de agua en forma irregular durante todo el año, formados a partir de ojos de agua, pero que en las estaciones de primavera y verano son apoyados por las precipitaciones pluviales.

Según el consolidado de datos obtenidos en los dos bofedales las diferencias existentes se debe a muchos factores como por ejemplo altitud, temperaturas y precipitaciones pluviales existentes en ambos bofedales.

➤ **CONCLUSIONES.**

Los resultados del presente trabajo de investigación permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- El EM aplicado al estiércol de alpaca constituyen un factor importante al acelerar la descomposición de estiércol de 3 meses, reduciendo a un mes de acuerdo al análisis especial realizado de ácidos fúlvicos y húmicos, y la dosis optima para la descomposición de la materia orgánica (estiércol de alpaca) fue la muestra N° 03 tratadas con 3 litros de EM activado/hectárea superando a las otras dosis de los tratamientos restantes.
- El incremento de la composición florística varia de acuerdo a la altitud, bofedal y entre tratamientos, registrando mayor cobertura vegetal en el bofedal Quimsachata que el bofedal Munay paqocha, Por otro lado en la vegetación herbácea de los bofedales evaluados, en el bofedal Quimsachata se encontró total 16 especies deseables y poco deseables y en bofedal Munay Paqocha se encontró 20 especies deseables y poco deseables en las evaluaciones realizadas en las dos épocas del año.
- No existe diferencias significativas por efecto de la aplicación de estiércol tratada con EM, la producción de materia verde y seca de los dos bofedales evaluados, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y de igual manera entre los bofedales; obteniéndose la mayor producción acumulada anual de materia verde y seca en el bofedal Quimsachata, sobresaliendo los tratamientos donde se ha aplicado estiércol descompuesto con EM en el nivel 3 en comparación con las no tratadas, como son los testigos. superando en todo al bofedal de Munay Paqocha.

- La mayor capacidad de carga animal estimada se encontró en el bofedal del Quimsachata, superior al bofedal de Munay Paqocha por UAA/ha/año, dichos números de soportabilidad tienen una estrecha relación con la producción de materia seca existente entre tratamientos y testigo.

➤ **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda 3 litros de microorganismos eficaces (EM) para tratar dos toneladas del estiércol de alpaca, por un periodo de un mes ya que el EM reduce el tiempo de descomposición de 3 a un mes
- Se recomienda continuar con este tipo de trabajos de investigación en otros bofedales representativos con estiércoles de otros animales y aplicarles en praderas naturales, de esta manera mejorar los pastizales para la alimentación de animales como son los vacunos, ovinos y alpacas, dar mejor manejo y aprovechamiento a este valioso recurso existente.
- El mejoramiento de bofedales implica incrementar la carga animal / hectárea esta producción incrementa con la aplicación del estiércol tratada con EM.

➤ **BIBLIOGRAFIA**

- ALZERRECA, H. (2001). "Características y distribución de los bofedales en el ámbito Boliviano". Informe de consultaría. Asociación integral de ganaderos en camélidos de los andes altos (AIGACAA), Autoridad Binacional del Lago Titicaca ALT, Gerencia del Proyecto de Biodiversidad. La Paz – Bolivia. 177 p.
- ÁLVAREZ, V. (1993). "Composición Botánica y Valor Nutricional de las Dietas de Alpacas (L. pacos), Llamas (L. glama) y Ovinos (O. aries) al Pastoreo Libre, Durante el Período de Secano en Puna Seca". Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
- ARGOTE, G. (2007). Reunión de trabajo del subproyecto "Recuperación y conservación de los ecosistemas con bofedales para fines de aprovechamiento en la producción de camélidos andinos en la Cuenca Hidrográfica del Titicaca-Puno".
- ASTORGA, J. (1987). Manejo de praderas nativas. Copia mimeografiado. UNA-Puno, Perú.
- CALZADA, J. (1996). Métodos Estadísticos para la Investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.
- CHOQUEHUANCA D. y CONDORI, E. (2001). Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS – Sub contrato 21.12 del Proyecto Binacional de la Biodiversidad del Sistema TDPS.
- CHOQUE, J. (1990). Evaluación agrostológica y ganadera de unidades familiares alpaqueras en puna seca del altiplano. Informe técnico Proyecto alpacas PAL. Serie de pastos, Puno - Perú.

- CHOQUE, J. (2007). Avances de investigación en bofedales – Capacitación del Equipo Técnico INIA-INCAGRO.
- ESTENSORO, C. (1991). Los bofedales de la cuenca alta del valle de La Paz, Centro de datos para la conservación. La Paz - Bolivia.
- FLORES, M. (1991). Utilización de pastizales en status de conocimiento en Camélidos Sudamericanos (FAO).
- GARCIA, E. LOPEZ, R., VALENZUELA E. (1997). Plan de manejo de la reserva nacional de fauna Ulla Ulla. Informe técnico. Tomo II. Aspecto biológico, La Paz – Bolivia.
- HIGA, T. (1993). UNA REVOLUCIÓN PARA SALVAR LA TIERRA una forma de resolver los problemas de nuestro mundo a través de los microorganismos efectivos (EM) Okinawa - Japón.
- HOLDRIDGE, L. (1982). Ecología, basada en zonas de vida. IICA. San José. Costa Rica.
- IBAÑEZ, V. (2003). DISEÑOS ESTADÍSTICOS aplicación del programa SAS. Puno – Peru.
- INGECON. (1994). Recursos Naturales y Medio Ambiente, Capitulo II en: Diagnóstico Global 1994. Micro región Melgar Proyecto Especial PAMPA II. Puno – Perú.
- INCAGRO. (2007). Informe técnico del proyecto recuperación y conservación de ecosistemas con bofedales a fines de aprovechamiento en la producción de camélidos andinos en la cuenca hidrográfica del Titicaca Puno.
- INIA. (2000). Informe técnico de avance I Fase: Proyecto Aprovechamiento del Medio Ambiente Rural. Convenio INIA-Technoserve. 50 pp.

- MIRANDA, F. (1990). Validación de cercados y mejoramiento de bofedales (ahijaderos), en puna seca. Proyecto alpacas PAL. Informe técnico Nro. 34, serie de pastos. Puno – Perú. (1990).
- MIRANDA, F. (1995). Manual de pastos nativos mejorados y establecimiento de forraje. Coordinadora Inter-institucional del sector alpaquero Puno-Perú.
- LABRADOR, J. 1996. Materia orgánica en los agroecosistemas Ediciones Muldi - Prensa Madrid - España.
- PADRÓN, E. (1996). Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Editorial Trillas Primera Edición México.
- PACHECO, A. (1998). Aprovechamiento de áreas hidromórficas en el Altiplano Peruano - Boliviano. Manejo de Bofedales. Cría de Alpacas. Corporación Andina de Fomento y Autoridad Bi-Nacional del Lago Titicaca (ALT). La Paz, Bolivia.
- PETER, F. (2006). EM MICROORGANISMOS EFECTIVOS la solución ideal para el medio ambiente Primera Edición. Barcelona – España.
- QUISPE, J. (2004). "Evaluación Agrostológica y Productiva de Bofedales en Condiciones de Puna Húmeda en Ñuñoa". Tesis de Ingeniería Agronómica UNA – Puno.
- REINOSO, J. *et al.* (2001). Informe final sub-contrato N° 21.11 del ALT con CIRNMA. "Determinar la capacidad de carga de los bofedales para la alpaca en el ámbito peruano"
- RUÍZ, C. y TAPIA, M. (1987). Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú, Convenio INIPA-CIID-ACDI, Lima-Perú, p. 176.

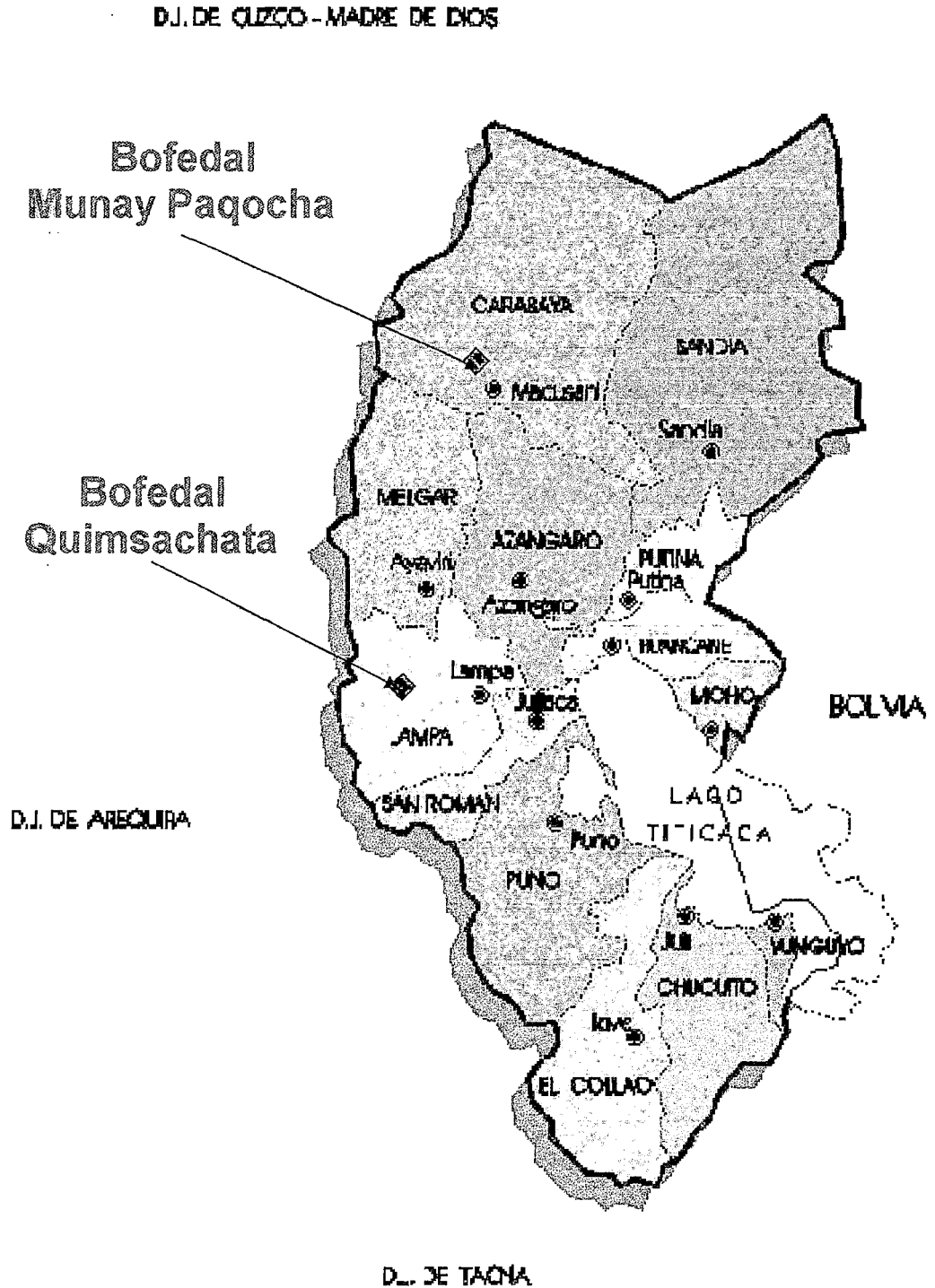
- SAN MARTIN, F. (1989). Alimentación y nutrición de la llama y alpaca. en: XII Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Lima, Perú.
- SÁNCHEZ, C. (2003). ABONOS ORGÁNICOS Suelo, Abonamiento, Estiércol y Compost Lima, Perú.
- SOTOMAYOR, B. (1991). Principales Pastos Alpaqueros del Sur del Perú. Proyecto Alpacas. ART. Lautrec (Ed.). Lima - Perú. 72 pp.
- TAPIA, M. y FLORES, J. (1984). Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. (Ed.). Lima - Perú. 321 pp.
- VARGAS, G. (1992). Estructura Dinámica Estacional de la Vegetación en Bofedal, Tolar y Pajonal "Iru Ichu" en el Ecosistema de Puna Seca. Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú. 138 pp.
- VILLARROEL, J. (1997). Balance Forrajero y nutricional en Áreas de Producción de Alpacas de Ulla Ulla (Borrador de Tesis). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia.

En estas paginas Web se citan sobre el EM

- <http://www.nutribiota.net/blog/index.php/recursos/microorganismos-eficaces-em>
- Ecotecnologías S.A.: www.ecotecnologias.com.ve
- Fundases: <http://www.fundases.com/home.php?c=19>
- Información general: <http://em.iespana.es/>
- Universidad EARTH. Costa Rica: <http://www.earth.ac.cr>
- Página oficial de EMRO Japón: <http://emrojapan.com/>
- Página oficial de EMRO Estados Unidos: <http://www.emamerica.com>

➤ ANEXOS

Anexo N° 01 Ubicación de los bofedales en la mapa del departamento de Puno



Anexo Nº 02 Resultados de Materia Verde por Tratamiento del Bofedal Quimsachata en Kg/Ha.

Trat	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	TRATAMIENTO / PARCELA DE 9M2	1M2	TRATAMIENTO / HECTAREA
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Se	10.00	11.43	10.12	11.80	11.23	11.25	11.22	12.00	11.13	1.24	12368.06
Ef	11.45	10.50	12.00	11.32	10.80	10.89	11.80	11.85	11.33	1.26	12584.72
M0	12.30	11.93	13.01	12.59	12.35	10.98	12.95	11.80	12.24	1.36	13598.61
M1	13.85	13.45	14.80	14.04	14.56	13.85	13.80	13.45	13.98	1.55	15527.78
M2	13.56	13.34	15.00	15.64	13.43	14.23	16.00	15.45	14.58	1.62	16201.39
M3	15.00	14.11	15.24	15.67	15.09	15.10	15.80	13.00	14.88	1.65	16529.17
M4	14.34	13.23	13.33	15.80	15.00	16.00	15.80	14.00	14.69	1.63	16319.44
M5	15.00	14.67	14.57	15.65	15.89	15.00	14.43	13.45	14.83	1.65	16480.56
PROMEDIO TOTAL									13.70	1.52	15222.22

Fuente: Elaboración Propia

Anexo Nº 03 Resultados de Materia Verde por Tratamiento del Bofedal Munay Paqocha en Kg/Ha.

Trat	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	TRATAMIENTO / PARCELA DE 9M2	1M2	TRATAMIENTO / HECTAREA
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Se	7.89	8.00	8.45	8.56	8.50	7.95	8.50	8.00	8.23	0.91	9145.83
Ef	8.00	8.75	7.98	8.69	8.50	8.80	8.30	10.00	8.63	0.96	9586.11
M0	8.45	8.98	9.15	9.11	9.12	8.95	9.00	9.05	8.98	1.00	9973.61
M1	11.00	10.03	9.89	9.89	8.09	9.67	9.09	9.67	9.67	1.07	10740.28
M2	10.00	11.76	10.23	10.65	10.00	10.50	10.11	9.34	10.32	1.15	11470.83
M3	11.00	12.00	10.00	11.00	11.31	9.65	11.00	10.40	10.80	1.20	11994.44
M4	11.32	10.00	11.56	9.56	10.45	9.95	10.50	9.45	10.35	1.15	11498.61
M5	10.00	10.56	11.00	10.12	10.23	9.89	9.13	10.00	10.12	1.12	11240.28
PROMEDIO TOTAL									9.70	1.08	10777.78

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 04 Resultados de Materia Seca por Tratamiento del Bofedal Quimsachata en Kg/Ha.

Trat	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	TRATAMIENTO / PARCELA DE 9M2	1M2	TRATAMIENTO / HECTAREA
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Se	2.16	2.05	2.12	2.21	2.00	1.98	2.13	2.00	2.08	0.23	2312.50
Ef	2.30	2.10	2.15	2.10	2.05	2.15	2.45	2.32	2.20	0.24	2447.22
M0	2.45	2.30	2.68	2.80	2.75	3.00	2.56	2.98	2.69	0.30	2988.89
M1	3.24	3.15	3.45	3.67	3.16	3.13	3.00	3.18	3.25	0.36	3608.33
M2	4.16	3.54	3.32	3.50	3.45	3.10	4.30	4.50	3.73	0.41	4148.61
M3	3.00	3.15	4.43	4.15	4.58	4.50	4.50	3.70	4.00	0.44	4445.83
M4	3.90	3.50	3.65	4.00	4.10	3.85	3.90	3.90	3.85	0.43	4277.78
M5	3.00	4.40	3.54	4.45	3.50	4.25	3.45	3.89	3.81	0.42	4233.33
PROMEDIO TOTAL									3.25	0.36	3611.11

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 05 Resultados de Materia Seca por Tratamiento del Bofedal Munay Paqocha en Kg/Ha.

Trat	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	Rep.	RENDIMIENTO / TRATAMIENTO	1M2	RENDIMIENTO / HECTAREA
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Se	1.2	1.35	1.59	1.8	1.67	1.93	1.59	1.8	1.62	0.18	1795.83
Ef	1.6	1.45	1.56	1.8	1.85	1.9	1.75	1.8	1.71	0.19	1904.17
M0	1.9	1.75	1.95	2.12	2.15	1.95	2	2.1	1.99	0.22	2211.11
M1	2.14	2.19	2.2	2.43	2.45	2.35	2.49	3	2.41	0.27	2673.61
M2	2.13	2.18	2.5	2.95	2.8	2.45	2.89	2.95	2.61	0.29	2895.83
M3	2.95	2.9	2.8	3.15	2.9	2.98	2.2	2.15	2.75	0.31	3059.72
M4	2.8	3.1	2.9	2.5	2.37	2.45	2.9	2.3	2.67	0.30	2961.11
M5	2	2.85	2.8	2.6	2.9	2.45	2.5	2.56	2.58	0.29	2869.44
PROMEDIO TOTAL									2.3	0.26	2555.56

Fuente: Elaboración Propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Facultad de Ciencias Agrarias

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO QUÍMICO DE ESTIÉRCOL DE ALPACA

PROCEDENCIA : Macusani Carabaya Dpto. Puno.
 INTERESADO : Ing. Nestor Belizario Quispe
 MOTIVO : Análisis de ácidos Fúlvicos y Húmicos
 MUESTREO : 04 - 05 - 2009
 ANÁLISIS : 05 - 05 - 2009

Muestra	Concentra- cion % en Vol.	Peso de Erlenme- yer	Peso de papel filtro	Peso de papel filtro + sólidos retenidos	Peso de sólidos no solubles en HCL 0.1 N	Peso de sólidos no solubles en NaOH 0.1 N	% de ácidos húmicos	% de ácidos fúlvicos
M1 Sin EM	-	76,9031	0,8407	0,9117	0,0710	0,8133	2,10	4,57
M2 EM 72 ml	0,72	75,0160	0,8317	0,9048	0,0731	0,7991	6,31	12,78
M3 EM 144 ml	1,44	72,8325	0,8383	0,9338	0,0955	0,7436	8,55	16,09
M4 EM 216 ml	2,16	74,1316	0,8439	0,9130	0,0691	0,7564	9,91	18,45
M5 EM 288 ml	2,88	73,6036	0,8443	0,9112	0,0669	0,7350	7,69	15,81
M6 EM 360 ml	2,60	73,4964	0,8401	0,9044	0,0643	0,7554	7,43	15,02

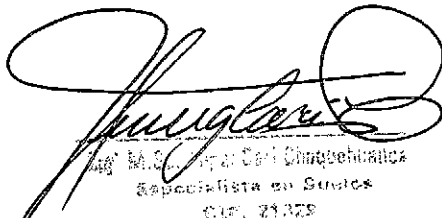
% Ácidos húmicos = $\text{Peso de sólidos retenidos} * 100 / \text{Peso muestra (1.00 g)}$

% Ácidos fúlvicos = $(\text{Peso de muestra inicial} - \text{Peso de sólidos retenidos en NaOH} - \text{Peso de sólidos retenidos en HCl}) * 100 / \text{Peso muestra (1.00 g)}$

DICTÁMEN:

Los resultados están expresados en porcentaje en masa y corresponden al lote de muestra ingresado.

Puno, C.U. 06 de Mayo del 2009.


 M. Sc. Carl Chiqueliano
 Especialista en Suelos
 CIP. 21329



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 LABORATORIO DE ANALISIS
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD N° 266A4-2011

Nombre : Ing. Nestor Belizario Quispe.

Fecha de Recepción : 15 de Enero del 2009.

Dirección :

Procedencia : Quimsachata.

N° de Boletín : 0266A4.

Fecha de Certificación : 20 de Enero del 2009.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS MECANICO				N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo:Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₃ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				pH	C.E. mmhos/cm			
266A4	M1	35	7	58	FL	0,13	2,40	411,45	6,34	0,285	3,40	0,00	0,00
266A5	M2	37	6	57	FL	0,12	4,85	390,86	6,17	0,190	3,47	0,00	0,00
266B1	M3	37	6	57	FL	0,13	4,80	751,14	6,16	0,410	3,44	0,00	0,00
266B2	M4	37	7	56	FL	0,12	1,95	287,93	6,25	0,283	3,25	0,00	0,00
266B3	M5	37	9	54	FL	0,11	4,05	246,75	6,28	0,353	2,96	0,00	0,00
266B4	M6	37	7	56	FL	0,13	7,70	699,68	6,41	0,420	3,50	0,00	0,00
266B5	M7	37	7	56	FL	0,12	2,30	287,93	6,31	0,285	3,31	0,00	0,00

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. T= TRAZAS

Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.

PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
 ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
 e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe. j.canihua@hotmail.com
 Casilla Postal : N° 468 - Puno





**MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANALISIS
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA – PUNO
ANEXO SALCEDO
Of. Principal: Av La Molina 1981 – La Molina Lima**



METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura: %de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo:agua 1:1 ó en el extracto de pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo:agua relación 1:1 ó en suspensión suelo:KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8,5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N, pH 7,0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COOCH₃) N; pH 7,0.
10. Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄)N; pH 7,0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica Na⁺, K⁺; Ca⁺², Mg⁺² EDTA.
11. Al⁺³+H: método de Yuan. Extracción con KCl, N.
12. Iones solubles: Ca⁺², Mg⁺² EDTA; Na⁺, K⁺ fotometría de llama y/o absorción atómica; Cl, CO₃⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻: volumetría y colorimetría, SO₄ Turbidimetría con cloruro de bario.
13. Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
14. Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Nitrogeno		Materia Orgánica	Fósforo Disponible	Potasio Disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación	CE(es)	Clasificación	%	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
Muy ligeramente salino	<2	Bajo	0 – 0,1	<2,0	<7,0	<100	Normal	0,2-0,3	5 a 9
Ligeramente salino	2 a 4	Medio	0,1 – 0,2	2 a 4	7,0 a 14	100-240	Deficiente Mg	>0,5	
Moderadamente salino	4 a 8	Alto	>0,2	>4,0	>14	>240	Deficiente K	>0,2	
Fuertemente salino	>8						Deficiente Mg		>10

Reacción ó pH		Clases Texturales				Distribución de Cationes	
Clasificación	pH						
Fuertemente ácido	<5,5	A	Arena	FArA	Franco arcillo arenoso	Ca ⁺²	60-75
Moderadamente ácido	5,6-6,0	AF	Arena franca	FAr	Franco arcilloso	Mg ⁺²	15-20
Ligeramente ácido	6,1-6,5	FA	Franco arenoso	FArL	Franco arcillo limoso	K ⁺	3 a 7
Neutro	7,0	Fr	Franco	ArA	Arcillo arenoso	Na ⁺	<15
Ligeramente alcalino	7,1-7,8	FL	Franco limoso	ArL	Arcillo limoso		
Moderadamente alcalino	7,9-8,4	L	Limoso	Ar	Arcilloso		
Fuertemente alcalino	>8,5						

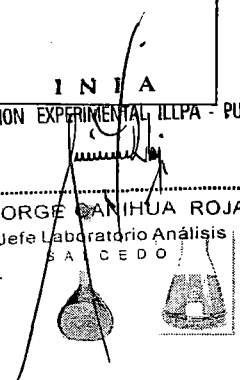
Equivalencias:

- 1 ppm = 1 mg/kilogramo.
- 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro.
- 1 meliequivalente/100g = 1 cmol(+)/kilogramo.
- Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes.
- CE (1 : 2.5) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm.
- T= Trazas. *F= Floculo (excesiva presencia de sales, se sugiere realizar análisis de Salinidad, por extracto de saturación).



**INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO**

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO



PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe. j.canihua@hotmail.com
Casilla Postal : N° 468 - Puno



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 LABORATORIO DE ANALISIS
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD N° 267C1-2009

Nombre : Ing. Nestor Belizario Quispe.

Fecha de Recepción : 15 de Enero del 2009.

Dirección :

Procedencia : Munay Pacocha.

N° de Boletín : 0267C1.

Fecha de Certificación : 20 de Enero del 2009.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS MECANICO				N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo:Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₃ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				pH	C.E. mmhos/cm			
267C1	M1	30	10	60	FL	0,06	1,60	54,63	5,31	0,055	1,76	0,02	0,00
267C2	M3	24	10	66	FL	0,12	1,40	158,78	6,00	0,128	3,35	0,00	0,00
267C3	M4	38	10	52	FL	0,13	3,20	90,34	5,55	0,069	3,54	T	0,00
267C4	M2	38	10	52	FL	0,13	1,75	72,49	5,31	0,048	3,54	0,04	0,00
267C5	M5	32	10	58	FL	0,10	1,10	54,63	5,56	0,039	2,90	T	0,00
267D1	M7	30	6	64	FL	0,12	1,80	84,39	6,81	0,156	3,32	0,00	0,00
267D2	M6	44	9	47	F	0,13	10,50	54,63	6,03	0,109	3,60	0,00	0,00
		30	9	61	FL	0,08	3,80	84,39	6,95	0,178	2,40	0,00	0,00

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. T= TRAZAS

Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS

Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.

PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
 ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
 e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe. j.canihua@hotmail.com
 Casilla Postal : N° 468 - Puno





MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura: %de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo:agua 1:1 ó en el extracto de pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo:agua relación 1:1 ó en suspensión suelo:KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COOCH₃) N, pH 7.0.
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N, pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ EDTA.
11. Al³⁺+I: método de Yuan. Extracción con KCl, N.
12. Iones solubles: Ca²⁺, Mg²⁺ EDTA; Na⁺, K⁺ fotometría de llama y/o absorción atómica; Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻: volumetría y colorimetría, SO₄ Turbidimetría con cloruro de bario.
13. Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con eucurmina.
14. Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

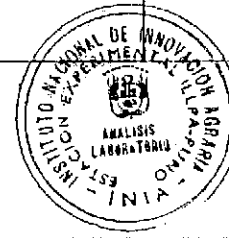
TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad			Nitrógeno	Materia Orgánica	Fósforo Disponible	Potasio Disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación	CE(es)	Clasificación	%	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
Muy ligeramente salino	<2	Bajo	0 - 0,1	<2,0	<7,0	<100	Normal	0,2-0,3	5 a 9
Ligeramente salino	2 a 4	Medio	0,1 - 0,2	2 a 4	7,0 a 14	100-240	Deficiente Mg	>0,5	
Moderadamente salino	4 a 8	Alto	>0,2	>4,0	>14	>240	Deficiente K	>0,2	
Fuertemente salino	>8						Deficiente Mg	>10	

Reacción ó pH		Clases Texturales				Distribución de Cationes	
Clasificación	pH						
Fuertemente ácido	<5,5	A	Arena	FArA	Franco arcillo arenoso	Ca ²⁺	60-75
Moderadamente ácido	5,6-6,0	AF	Arena franca	FAr	Franco arcilloso	Mg ²⁺	15-20
Ligeramente ácido	6,1-6,5	FA	Franco arenoso	FArL	Franco arcillo limoso	K ⁺	3 a 7
Neutro	7,0	Fr	Franco	ArA	Arcillo arenoso	Na ⁺	<15
Ligeramente alcalino	7,1-7,8	FL	Franco limoso	ArL	Arcillo limoso		
Moderadamente alcalino	7,9-8,4	L	Limoso	Ar	Arcilloso		
Fuertemente alcalino	>8,5						

Equivalencias:

1 ppm = 1 mg/kilogramo.
 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro.
 1 meciequivalente/100g = 1 cmol(+)/kilogramo.
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes.
 CE (1 : 2.5) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm.
 T= Trazas. *F= Floculo (excesiva presencia de sales, se sugiere realizar análisis de Salinidad, por extracto de saturación).



INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing^o JORGE CANHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
ILLPA : Carretera Puno - Juliaca, Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe, j.canihua@hotmail.com
Casilla Postal : N° 468 - Puno



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 LABORATORIO DE ANALISIS
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD N° 287C3-2010

Nombre : Ing. Nestor Belizario Quispe.

Fecha de Recepción : 20 de Enero del 2010.

Dirección :

Procedencia : Quimsachata.

N° de Boletín : 0287C3.

Fecha de Certificación : 26 de Enero del 2010.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS MECANICO				N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo:Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₃ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				pH	C.E. mmhos/cm			
287C3	M1	35	7	58	FL	0,13	4,60	410,20	6,20	0,280	3,00	0,00	0,00
287C4	M2	37	6	57	FL	0,13	8,80	388,64	6,10	0,240	3,74	0,00	0,00
287C5	M3	37	6	57	FL	0,14	4,94	750,20	6,24	0,360	3,66	0,00	0,00
287D1	M4	37	7	56	FL	0,13	8,00	340,99	6,18	0,200	3,40	0,00	0,00
287D2	M5	37	9	54	FL	0,14	8,00	274,99	6,44	0,310	3,84	0,00	0,00
287D3	M6	37	7	56	FL	0,14	8,42	760,48	6,48	0,310	3,86	0,00	0,00
287D4	M7	37	7	56	FL	0,14	7,42	420,45	6,42	0,230	3,98	0,00	0,00

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. T= TRAZAS

Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.

PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
 ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
 e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe. j.canihua@hotmail.com
 Casilla Postal : N° 468 - Puno





**MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANALISIS
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima**



METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura: %de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo:agua 1:1 ó en el extracto de pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo:agua relación 1:1 ó en suspensión suelo:KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8,5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N, pH 7,0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COOCH₃) N; pH 7,0.
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N; pH 7,0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ EDTA.
11. Al³⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N.
12. Iones solubles: Ca²⁺, Mg²⁺ EDTA; Na⁺, K⁺ fotometría de llama y/o absorción atómica; Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻: volumetría y colorimetría, SO₄ Turbidimetría con cloruro de bario.
13. Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
14. Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

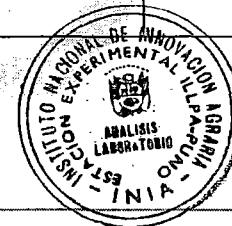
TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad			Nitrógeno	Materia Orgánica	Fósforo Disponible	Potasio Disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación	CE(es)	Clasificación	%	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
Muy ligeramente salino	<2	Bajo	0 - 0,1	<2,0	<7,0	<100	Normal	0,2-0,3	5 a 9
Ligeramente salino	2 a 4	Medio	0,1 - 0,2	2 a 4	7,0 a 14	100-240	Deficiente Mg	>0,5	
Moderadamente salino	4 a 8	Alto	>0,2	>4,0	>14	>240	Deficiente K	>0,2	
Fuertemente salino	>8						Deficiente Mg		>10

Reacción ó pH		Clases Texturales				Distribución de Cationes	
Clasificación	pH						
Fuertemente ácido	<5,5	A	Arena	FArA	Franco arcillo arenoso	Ca ²⁺	60-75
Moderadamente ácido	5,6-6,0	AF	Arena franca	FAr	Franco arcilloso	Mg ²⁺	15-20
Ligeramente ácido	6,1-6,5	FA	Franco arenoso	FArL	Franco arcillo limoso	K ⁺	3 a 7
Neutro	7,0	Fr	Franco	ArA	Arcillo arenoso	Na ⁺	<15
Ligeramente alcalino	7,1-7,8	FL	Franco limoso	ArL	Arcillo limoso		
Moderadamente alcalino	7,9-8,4	L	Limoso	Ar	Arcilloso		
Fuertemente alcalino	>8,5						

Equivalencias:

- 1 ppm = 1 mg/kilogramo.
- 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro.
- 1 mequivalente/100g = 1 cmol(+)/kilogramo.
- Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes.
- CE (1 : 2.5) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm.
- T= Trazas. *F= Floculo (excesiva presencia de sales, se sugiere realizar análisis de Salinidad, por extracto de saturación).



INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe. j.canihua@hotmail.com
Cañilla Postal : N° 468 - Puno



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANALISIS
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE FERTILIDAD N° 288C4-2010

Nombre : Ing. Nestor Belizario Quispe.

Fecha de Recepción : 20 de Enero del 2010.

Dirección :

Procedencia : Munay Pacocha.

N° de Boletín : 0288C5.

Fecha de Certificación : 26 de Enero del 2010.

Cod. Lab.	COD. USUARIO	ANALISIS MECANICO				N %	P (ppm)	K (ppm)	Suelo:Agua 1:2.5		M.O. %	Al (meq/100 gr)	CO ₂ Ca %
		Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				pH	C.E. mmhos/cm			
288C5	M1	30	10	60	FL	0,12	2,00	68,00	5,50	0,048	2,00	T	0.00
288D1	M3	24	10	66	FL	0,13	4,80	160,46	6,12	0,110	3,40	0,00	0.00
288D2	M4	38	10	52	FL	0,13	4,94	120,24	5,68	0,060	3,60	T	0.00
288D3	M2	38	10	52	FL	0,13	6,60	142,40	5,50	0,042	3,48	T	0.00
288D4	M5	32	10	58	FL	0,14	6,42	144,60	5,66	0,030	3,60	T	0.00
288D5	M6	44	9	47	F	0,13	12,48	148,70	6,10	0,100	3,74	0,00	0.00
288E1	M7	30	9	61	FL	0,14	5,94	172,20	6,90	0,166	2,32	0,00	0.00

Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. T= TRAZAS

Observaciones: (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.

PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
 ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
 e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe, j.canihua@hotmail.com
 Casilla Postal : N° 468 - Puno





MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANALISIS
ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Of. Principal: Av La Molina 1981 - La Molina Lima



METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

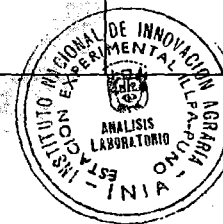
1. Textura: %de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo:agua 1:1 ó en el extracto de pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo:agua relación 1:1 ó en suspensión suelo:KCl N₁ relación 1:2.5.
4. Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8,5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N, pH 7,0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COOCH₃) N; pH 7,0.
10. Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄)N; pH 7,0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica Na⁺, K⁺; Ca⁺², Mg⁺² EDTA.
11. Al⁺³+h: método de Yuan. Extracción con KCl, N.
12. Iones solubles: Ca⁺², Mg⁺² EDTA; Na⁺, K⁺ fotometría de llama y/o absorción atómica; Cl, CO₃⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻: volumetría y colorimetría, SO₄⁻² Turbidimetría con cloruro de bario.
13. Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
14. Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Nitrógeno	Materia Orgánica	Fósforo Disponible	Potasio Disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación	CE(es)	Clasificación	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
Muy ligeramente salino	<2	Bajo	0 - 0,1	<2,0	<7,0	Normal	0,2-0,3	5 a 9
Ligeramente salino	2 a 4	Medio	0,1 - 0,2	2 a 4	7,0 a 14	Deficiente Mg	>0,5	
Moderadamente salino	4 a 8	Alto	>0,2	>4,0	>14	Deficiente K	>0,2	
Fuertemente salino	>8					Deficiente Mg		>10

Reacción ó pH		Clases Texturales				Distribución de Cationes	
Clasificación	pH						
Fuertemente ácido	<5,5	A	Arena	FArA	Franco arcillo arenoso	Ca ⁺²	60-75
Moderadamente ácido	5,6-6,0	AF	Arena franca	FAr	Franco arcilloso	Mg ⁺²	15-20
Ligeramente ácido	6,1-6,5	FA	Franco arenoso	FArL	Franco arcillo limoso	K ⁺	3 a 7
Neutro	7,0	Fr	Franco	ArA	Arcillo arenoso	Na ⁺	<15
Ligeramente alcalino	7,1-7,8	FL	Franco limoso	ArL	Arcillo limoso		
Moderadamente alcalino	7,9-8,4	L	Limoso	Ar	Arcilloso		
Fuertemente alcalino	>8,5						

Equivalencias:
 1 ppm = 1 mg/kilogramo.
 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro.
 1 meliequivalente/100g = 1 cmol(+)/kilogramo.
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes.
 CE (1 : 2.5) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm.
 T= Trazas. *F= Flocculo (excesiva presencia de sales, se sugiere realizar análisis de Salinidad, por extracto de saturación).

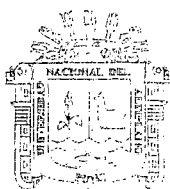


INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing^o JORGE CANHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO



PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760
ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.
e-mail : illpa@mail.cosapidata.com.pe. j.canihua@hotmail.com
Casilla Postal : N° 468 - Puno



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Muestra : Suelo (bofedal)

Procedencia : QUIMSACHATA
Distrito Santa Lucia
Provincia de Lampa - Puno

Interesado : Ing. Néstor Belizario Quispe

Motivo : Trabajo de investigación

Análisis solicitado : Bacteriológico del suelo

Fecha de
Recepción de Muestra : 05-05-09

Fecha de certificación : 20-06-09

RESULTADOS

Recuento de Mesofilos Aerobios Viables (SPC) : 35×10^2 UFC/gr de muestra diluida

Recuento de Mohos y levaduras : 44×10^2 UFC/gr de muestra diluida

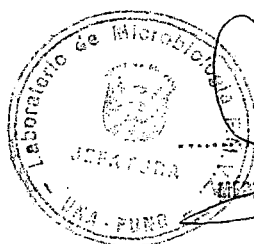
Recuento total de coliformes totales : 25×10^2 UFC/gr de muestra diluida

E- coli NMP : 00 colif. fec./gr.de muestra diluida

Esporas Anaerobias : ND(*)

*Prueba no determinada

Puno, 20 de junio del 2009



Alberto Moto Q.
ALBERTO MOTO Q.
Médico Veterinario y Zootecnista
C. M. V. P. 2961



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Muestra : Suelo (bofedal)

Procedencia : MUNAY PAQOCHA
Distrito Macusani
Provincia de Carabaya - Puno

Interesado : Ing. Néstor Belizario Quispe

Motivo : Trabajo de investigación

Análisis solicitado : Bacteriológico del suelo

Fecha de
Recepción de Muestra : 05-05-09

Fecha de certificación : 20-06-09

RESULTADOS

Recuento de Mesofilos Aerobios Viables (SPC) : 33×10^2 UFC/gr de muestra diluida

Recuento de Mohos y levaduras : 38×10^2 UFC/gr de muestra diluida

Recuento total de coliformes totales : 22×10^2 UFC/gr de muestra diluida

E- coli NMP : 00 colif. fec./gr.de muestra diluida

Esporas Anaerobias : ND(*)

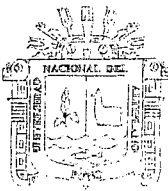
*Prueba no determinada

Puno 20 de junio del 2009



[Firma manuscrita]

ALBERTO BOTO Q.
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
C. M. V. P. 1961



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Muestra : Suelo (bofedal)

Procedencia : QUIMSACHATA
Distrito Santa Lucia
Provincia de Lampa - Puno

Interesado : Ing. Néstor Belizario Quispe

Motivo : Trabajo de investigación

Análisis solicitado : Bacteriológico del suelo

Fecha de Recepción de Muestra : 05-01-2010

Fecha de certificación : 25-01-2010

RESULTADOS

Recuento de Mesofilos Aerobios Viables (SPC) : 40×10^2 UFC/gr de muestra diluida

Recuento de Mohos y levaduras : 52×10^2 UFC/gr de muestra diluida

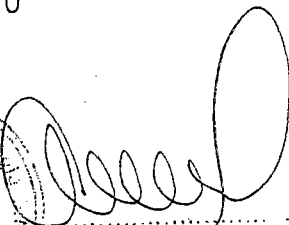
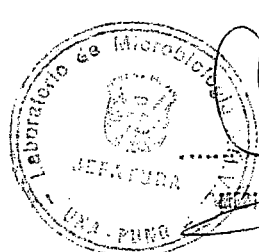
Recuento total de coliformes totales : 32×10^2 UFC/gr de muestra diluida

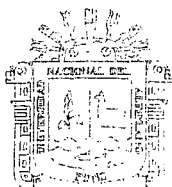
E- coli NMP : 00 colif. fec./gr.de muestra diluida

Esporas Anaerobias : ND(*)

*Prueba no determinada

Puno, 25 de Enero del 2010



ALBERTO ROTO Q.
Médico Veterinario y Zootecnista
C. M. V. P. 1961



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

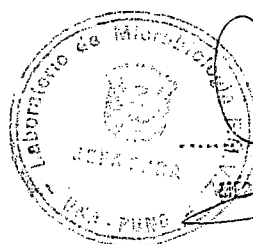
Muestra : Suelo (bofedal)
Procedencia : MUNAY PAQOCHA
Distrito Macusani
Provincia de Carabaya - Puno
Interesado : Ing. Néstor Belizario Quispe
Motivo : Trabajo de investigación
Análisis solicitado : Bacteriológico del suelo.
Fecha de
Recepción de Muestra : 05-01-2010
Fecha de certificación : 25-01-2010

RESULTADOS

Recuento de Mesofilos Aerobios Viables (SPC) : 38×10^2 UFC/gr de muestra diluida
Recuento de Mohos y levaduras : 45×10^2 UFC/gr de muestra diluida
Recuento total de coliformes totales : 27×10^2 UFC/gr de muestra diluida
E- coli NMP : 00 colif. fec./gr.de muestra diluida
Esporas Anaerobias : ND(*)

*Prueba no determinada

Puno, 25 de Enero del 2010



Alberto Mota G.
ALBERTO MOTA G.
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
C. M. V. P. 1961

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
SENAMHI PUNO**

Estacion **CO Santa Lucia**

Latitud (S) **17°10'43"**
 Longitud (W) **70°39'00"**
 Altitud (msnm) **4300**

Dpto **Puno**
 Prov. **Lampa**
 Dist. **Santa Lucia**

Parámetros: **Año 2000 - 2009**

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2000

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
temperatura Maxima	15.80	14.90	15.70	15.50	15.80	15.30	13.80	14.00	16.20	16.60	18.50	16.80
temperatura Minima	1.40	1.90	1.50	0.60	-0.90	-5.60	-9.30	-8.40	-6.70	-3.20	-2.40	-0.30
temperatura Media	7.80	8.40	8.70	7.80	5.90	3.40	2.60	3.20	5.60	6.20	7.90	8.30
precipitacion Total	176.20	148.00	156.20	67.80	4.20	0.40	12.30	1.76	1.10	10.15	8.40	76.30
humedad Relativa Total	71.00	80.00	79.00	75.00	69.00	68.00	65.00	64.00	66.00	59.00	55.00	64.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2001

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
temperatura Maxima	16.00	15.20	15.60	14.80	14.10	14.20	14.40	14.60	17.10	17.90	19.10	17.10
temperatura Minima	2.00	3.20	3.00	0.80	-2.60	-7.50	-9.60	-7.80	-5.20	-3.10	-2.10	-0.80
temperatura Media	8.40	8.60	8.80	7.90	5.80	3.30	2.40	3.40	6.00	7.20	8.50	8.20
precipitacion Total	145.00	165.00	134.10	67.40	4.80	1.50	4.00	13.90	2.40	17.30	9.50	100.50
humedad Relativa Total	70.00	76.00	77.00	72.00	66.00	72.00	66.00	66.00	66.00	56.00	56.00	65.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2002

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
temperatura Maxima	16.40	14.30	14.80	14.40	14.80	14.80	12.20	14.90	15.90	15.90	17.00	16.40
temperatura Minima	0.50	3.60	2.60	0.70	-2.80	-6.30	-6.40	-6.90	-5.00	-1.30	-0.80	1.50
temperatura Media	8.60	8.90	8.70	7.50	6.00	4.30	2.90	4.00	5.50	7.30	8.10	8.90
precipitacion Total	151.00	163.80	134.70	87.70	15.10	-	24.30	5.60	2.30	29.40	98.60	119.00
humedad Relativa Total	71.00	84.00	81.00	76.00	63.00	62.00	70.00	68.00	67.00	68.00	65.00	67.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2003


Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
temperatura Maxima	15.10	15.20	14.30	14.90	14.90	14.50	14.80	15.10	15.90	18.10	19.70	19.00
temperatura Minima	3.00	3.00	2.30	-0.80	-4.70	-10.20	-9.70	-9.10	-7.00	-4.70	-3.10	0.80
temperatura Media	9.00	9.10	8.30	7.10	5.10	2.10	2.50	3.10	4.50	6.70	8.30	9.90
precipitacion Total	153.70	151.00	220.80	27.20	9.70	6.30	-	-	2.70	2.40	3.60	102.30
humedad Relativa Total	71.00	45.00	83.00	67.00	62.00	66.00	66.00	66.00	64.00	63.00	66.00	68.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2004

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
temperatura Maxima	14.80	15.50	16.40	15.80	15.90	14.90	14.00	14.10	16.20	18.40	20.00	18.20
temperatura Minima	3.70	2.50	1.70	-0.90	-9.00	-9.80	-8.50	-5.80	-4.60	-4.20	-2.40	0.70
temperatura Media	9.30	9.00	9.00	7.40	3.50	2.60	2.90	4.20	5.80	7.10	8.80	9.50
precipitacion Total	171.10	155.00	86.20	60.80	-	-	12.20	12.90	-	10.00	29.00	69.90
humedad Relativa Total	74.00	75.00	74.00	76.00	64.00	65.00	68.00	68.00	63.00	57.00	67.00	70.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2005

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
temperatura Maxima	16.20	14.80	16.40	15.80	17.20	15.70	16.20	16.70	16.50	18.20	18.20	17.10
temperatura Minima	1.00	2.80	1.80	-2.10	-7.80	-12.30	-9.80	-11.00	-5.70	-3.70	-1.70	1.70
temperatura Media	8.60	8.80	9.10	6.90	4.70	1.70	3.20	2.80	5.40	7.30	8.20	9.40
precipitacion Total	230.80	215.00	53.90	1.90	-	-	-	-	13.50	1.80	89.30	112.50
humedad Relativa Total	72.00	78.00	73.00	68.00	60.00	61.00	61.00	62.00	62.00	64.00	67.00	75.00


Ing. Sixto Flores Sandoval
 DIRECTOR REGIONAL
 SENAMHI - PUNO

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
SENAMHI PUNO

Estacion CO Santa Lucia

Latitud (S) 17°10'43"
 Longitud (W) 70°39'00"
 Altitud (msnm) 4300

Dpto Puno
 Prov. Lampa
 Dist. Santa Lucia

Parámetros: Año 2000 - 2009

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2006

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	14.60	16.30	15.50	15.30	15.60	15.40	15.20	16.60	17.10	17.80	18.40	18.20
Temperatura Minima	3.00	2.50	2.40	-0.50	-8.10	-9.50	-11.20	-7.50	-6.80	-3.20	0.60	1.10
Temperatura Media	8.80	9.40	8.90	7.40	3.70	3.00	2.10	4.60	5.20	7.30	9.50	9.60
precipitacion Total	252.90	112.90	173.10	46.60	-	1.80	-	-	5.50	14.50	83.00	102.20
Humedad Relativa Total	72.00	66.00	66.00	67.00	55.00	65.00	66.00	62.00	62.00	57.00	60.00	60.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2007

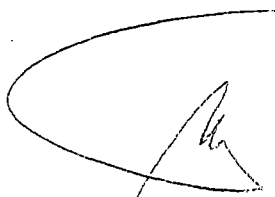
Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	17.50	17.00	16.30	16.00	17.40	19.50	16.90	19.10	17.80	19.10	18.20	17.10
Temperatura Minima	2.30	2.50	2.80	0.60	-3.80	-5.90	-7.50	-7.00	-2.10	-2.60	-2.80	0.80
Temperatura Media	9.90	9.80	9.60	8.30	6.80	6.80	4.70	6.10	7.90	8.20	7.70	9.00
precipitacion Total	144.20	98.10	204.70	30.70	19.10	-	3.90	-	13.20	14.40	54.10	58.80
Humedad Relativa Total	61.00	63.00	68.00	63.00	54.00	56.00	61.00	58.00	56.00	56.00	61.00	63.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2008

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	15.00	16.10	15.90	17.50	16.10	16.00	15.30	16.60	17.90	17.70	19.20	16.30
Temperatura Minima	3.80	1.80	0.40	-4.60	-9.70	-9.80	-11.50	-10.50	-9.00	-2.90	-2.70	1.40
Temperatura Media	9.40	6.00	8.20	6.50	3.20	3.10	1.90	3.10	4.50	7.40	8.30	8.90
precipitacion Total	243.80	55.60	30.20	-	-	-	-	-	5.30	26.30	13.90	285.30
Humedad Relativa Total	74.00	69.00	66.00	55.00	65.00	60.00	66.00	63.00	61.00	63.00	59.00	74.00

BOFEDAL QUIMSACHATA - AÑO DE 2009

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	16.20	14.80	15.20	16.20	16.20	15.70	14.80	16.30	18.10	19.30	18.00	17.30
Temperatura Minima	1.70	2.30	1.00	-1.90	-6.70	-11.50	-8.30	-10.20	-5.50	-4.30	0.40	1.30
Temperatura Media	8.90	8.50	8.10	7.10	4.80	2.20	3.30	3.10	6.30	7.50	9.20	9.30
precipitacion Total	135.00	183.40	81.00	14.60	-	-	15.60	-	22.10	12.30	104.70	119.90
Humedad Relativa Total	71.00	78.00	74.00	64.00	62.00	60.00	63.00	63.00	61.00	59.00	69.00	70.00


Ing. Sixto Flores Saenz
 DIRECTOR REGIONAL
 SENAMHI - PUNO

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
SENAMHI PUNO**

Estacion **CO Macusani**

Latitud (S) **14°04'41"**
 Longitud (W) **70°47'41"**
 Altitud (msnm) **4650**

Dpto **Puno**
 Prov. **Carabaya**
 Dist. **Macusani**

Parametros: **Año 2000 - 2009**

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2000

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	9.80	10.10	10.30	11.50	12.90	11.40	10.90	11.80	13.00	10.90	13.50	10.70
Temperatura Minima	1.40	1.50	1.40	-0.70	-4.00	-5.60	-7.50	-4.70	-3.20	-0.30	-0.60	0.90
Temperatura Media	5.60	5.80	5.80	5.40	4.30	2.90	1.70	3.60	4.90	5.10	6.40	5.80
Precipitacion Total	197.60	83.00	62.00	5.50	-	4.50	-	2.00	17.70	10.35	10.00	115.00
Humedad Relativa Total	72.00	78.00	71.00	66.00	65.00	69.00	68.00	69.00	65.00	63.00	65.00	63.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2001

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	9.10	9.70	10.20	11.10	11.50	11.40	10.50	10.60	11.90	12.00	12.30	10.80
Temperatura Minima	1.70	1.60	1.80	-0.50	-3.20	-6.70	-5.80	-7.10	-1.90	-0.20	0.90	1.30
Temperatura Media	5.40	5.60	6.00	5.30	4.20	2.40	2.30	1.70	5.00	5.90	6.60	6.10
Precipitacion Total	194.70	85.90	95.60	24.00	2.00	1.50	17.00	13.50	24.50	38.70	60.00	76.00
Humedad Relativa Total	60.00	74.00	73.00	75.00	67.00	64.00	61.00	67.00	70.00	68.00	66.00	73.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2002

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	11.00	10.20	10.70	10.70	11.80	11.10	9.40	11.20	12.10	11.60	11.90	11.10
Temperatura Minima	1.30	1.90	2.00	0.60	-2.30	-4.10	-4.70	-4.80	-1.70	-0.40	0.90	2.10
Temperatura Media	6.20	6.00	6.30	5.70	4.70	3.50	2.40	3.20	5.20	5.60	6.40	6.60
Precipitacion Total	138.70	120.80	127.00	30.50	3.50	6.00	11.50	1.00	9.70	64.50	80.00	103.00
Humedad Relativa Total	76.00	76.00	76.00	75.00	84.00	67.00	73.00	45.00	70.00	67.00	61.00	71.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2003


Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	11.10	11.20	10.30	11.10	11.60	12.00	11.00	11.10	11.60	12.80	13.20	11.80
Temperatura Minima	2.40	2.40	2.40	-0.60	-2.60	-6.00	-7.90	-4.60	-2.80	-1.90	-1.20	1.40
Temperatura Media	6.70	6.80	6.30	5.30	4.50	3.00	1.50	3.20	4.40	5.50	6.00	6.60
Precipitacion Total	171.50	96.00	138.00	68.00	3.00	5.50	-	14.00	17.00	21.50	11.00	99.60
Humedad Relativa Total	77.00	77.00	76.00	74.00	68.00	59.00	58.00	75.00	57.00	62.00	72.00	71.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2004

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	10.40	11.00	11.80	12.00	12.10	10.50	10.60	10.50	11.30	12.90	13.10	11.60
Temperatura Minima	1.80	1.50	1.30	-0.20	-4.60	-6.70	-6.70	-5.70	-2.50	-0.50	0.50	1.10
Temperatura Media	6.20	6.30	6.60	5.90	3.70	1.90	1.90	2.40	4.50	6.20	6.80	6.30
Precipitacion Total	160.70	109.50	53.60	34.80	3.80	5.20	9.70	18.00	16.90	30.40	59.90	109.70
Humedad Relativa Total	74.00	70.00	70.00	71.00	70.00	74.00	64.00	57.00	67.00	52.00	65.00	69.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2005

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	11.80	11.30	12.20	12.70	13.20	12.50	12.40	12.80	12.30	11.90	12.20	11.50
Temperatura Minima	1.70	2.30	1.40	-0.30	-4.70	-8.60	-8.40	-8.60	-3.40	0.60	0.20	1.00
Temperatura Media	6.80	6.80	6.80	6.20	4.20	3.10	2.00	2.10	4.40	6.30	6.20	6.30
Precipitacion Total	92.50	141.70	85.70	14.80	8.00	-	-	8.30	0.50	55.90	73.30	97.50
Humedad Relativa Total	77.00	76.00	77.00	77.00	77.00	68.00	65.00	61.00	73.00	74.00	75.00	79.00



Ing. Silvio Fierro Sarmiento
 DIRECTOR REGIONAL
 SENAMHI - PUNO

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
SENAMHI PUNO

Estacion **CO Macusani**

Latitud (S) **14°04'41"** Dpto **Puno**
 Longitud (W) **70°47'41"** Prov. **Carabaya**
 Altitud (msnm) **4650** Dist. **Macusani**

Parametros: **Año 2000 - 2009**

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2006

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	10.50	11.60	11.90	11.70	12.60	11.60	12.00	12.20	12.70	12.60	11.70	11.70
Temperatura Minima	1.40	1.70	1.30	-0.10	-7.00	-5.30	-9.20	-5.40	-4.00	0.60	0.70	1.60
Temperatura Media	5.90	6.70	6.60	5.80	2.80	3.10	1.40	3.40	4.30	6.60	6.20	6.60
Precipitacion Total	148.30	137.20	66.70	85.70	-	2.80	-	3.00	18.20	65.50	96.90	147.20
Humedad Relativa Total	82.00	81.00	80.00	80.00	70.00	67.00	59.00	74.00	74.00	73.00	76.00	77.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2007


Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	12.80	11.50	11.00	11.90	12.30	12.60	11.30	12.70	11.50	12.60	12.20	12.10
Temperatura Minima	2.60	2.40	1.60	0.60	-3.00	-8.10	-6.30	-7.40	-2.90	-1.80	-	0.30
Temperatura Media	7.70	6.90	6.30	6.30	4.60	2.30	2.50	2.60	4.30	5.40	6.10	6.20
Precipitacion Total	109.40	82.20	101.30	31.70	7.50	-	1.00	-	4.00	59.10	53.60	95.80
Humedad Relativa Total	79.00	81.00	81.00	79.00	82.00	94.00	97.00	95.00	82.00	82.00	81.00	80.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2008

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	10.60	11.40	10.80	11.70	12.10	12.40	12.20	13.30	12.40	12.00	13.60	11.70
Temperatura Minima	1.90	0.90	0.20	-0.70	-5.40	-7.10	-8.80	-6.60	-4.10	-	0.20	1.20
Temperatura Media	6.20	6.20	5.50	5.50	3.30	2.60	1.70	3.40	4.20	6.00	6.90	6.50
Precipitacion Total	152.40	81.30	106.00	27.00	14.20	4.00	-	6.00	14.70	61.00	28.00	16.00
Humedad Relativa Total	85.00	84.00	83.00	82.00	89.00	99.00	79.00	81.00	80.00	81.00	81.00	81.00

BOFEDAL MUNAY PAQOCHA - AÑO DE 2009

Parametro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Maxima	11.10	11.10	11.40	11.90	12.20	12.90	11.50	13.10	13.20	13.90	12.80	12.40
Temperatura Minima	1.30	1.00	1.00	-	-3.10	-7.90	-6.20	-6.70	-3.40	-1.70	1.30	1.70
Temperatura Media	6.20	6.10	6.20	5.90	4.60	2.50	2.60	3.20	4.90	6.20	7.10	6.90
Precipitacion Total	93.50	125.80	56.80	32.90	11.50	-	1.70	-	14.50	23.00	102.60	111.70
Humedad Relativa Total	82.00	81.00	80.00	78.00	74.00	71.00	74.00	74.00	75.00	75.00	77.00	80.00


Srta. Mercedes Sanchez
 DIRECTORA REGIONAL
 SENAMHI - PUNO



CERTIFICADO DE ANALISIS N° 757-2009

SOLICITANTE : Nestor Belizario Quispe.
 INTERESADO : Nestor Belizario Quispe.
 DIRECCIÓN :
 PROCEDENCIA : Prov. San Román Dist. Santa Lucia.
 LUGAR : Quimsachata.
 N° MUESTRAS : 01.
 TIPO DE ANALISIS : Con fines de riego.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 15 de Enero del 2009.
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 20 de Enero del 2009.

Clave Usuario	Quimsachata
Clave Laboratorio	757
N° Muestras	01
Temperatura °C.	21,10
pH	7,40
C. E. mmhos/cm 25 °C	0,558
Ca meq/l.	2,90
Mg meq/l.	2,50
Na meq/l.	0,40
K meq/l.	0,05
Suma de Cationes	5,85
CO ₃ meq/l.	0,00
HCO ₃ meq/l.	2,20
Cl meq/l.	0,70
SO ₄ meq/l.	1,25
NO ₃ meq/l.	1,60
Suma de Aniones	5,75
SAR	0,24
Clasificación	C2S1

Referencias:

- 1.- Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences-E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.
 - 2.- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report N° 42. version 3.0 Washington DC, USA. 693p.
- Determinación de pH Potenciometro Calomelano (electrodos de vidrio).
 Determinación de Conductividad Eléctrica Conductimetro de tres anillos.
 Determinación de Calcio EDTA (método del versenato con Eriocromo Negro).
 Determinación de magnesio EDTA (método del versenato con Erio cromo Negro).
 Determinación de Carbonatos Fenoltalcina Titulación Con Ácido Sulfúrico.
 Determinación de Bicarbonatos Anaranjado de metilo.

Conclusiones:

La muestra analizada de Agua CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota :

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.

Observaciones:

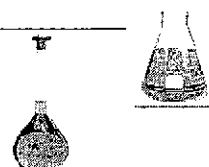
Ninguna.



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.





CLAVE

PELIGRO DE SALES

C1 Salinidad baja	(0,00-0,25 mmhos)	Buenos para riego de diferentes cultivos. Solo peligro de salinización de suelos muy impermeables de difícil drenaje interno
C2 Salinidad moderada	(0,25-0,75 mmhos)	De calidad buena para cultivos que se adaptan ó toleran moderadamente la sal. Peligro para plantas muy sensibles y suelos impermeables.
C3 Salinidad entre media y alta	(0,75-2,25 mmhos)	El suelo debe tener buena permeabilidad. El cultivo seleccionado debe ser tolerante a la sal.
C4 Salinidad alta	(2,25-4,00 mmhos)	Solo para plantas tolerantes y suelos permeables y donde pueden ser necesarios lavados especiales para remover las sales.
C5 Salinidad muy alta	(4,00-6,00 mmhos)	Solo para plantas muy tolerantes, suelos muy permeables y donde se pueden aplicar lavados frecuentes para remover el exceso de sales.
C6 Salinidad excesiva	(Más de 6,00 mmhos)	Deben tomarse precauciones para su uso. (Pueden usarse en suelos muy permeables y/o mezclado con agua de buena calidad).

PELIGRO DE SODIO

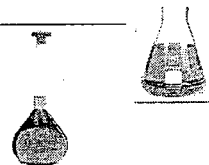
S1 Poco sódica	Sin peligro
S2 Medio sódica	Peligro en suelos de textura fina ó arcillosa con alta capacidad de cambio especialmente si la permeabilidad es baja, a menos que el suelo lo contenga yeso. Uede usarse en suelos de textura gruesa entre la arenosa y franca ú orgánicas con permeabilidad adecuada.
S3 Muy sódica	Peligro en suelos sin yeso, requieren estos suelos buen drenaje, adición de materia orgánica y eventuales enmiendas químicas tales como yeso ó azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta C4.
S4 Excesivamente sódica	No sirven generalmente para riego. Solo cuando la salinidad es baja ó media donde la solución del calcio del suelo ó el uso del yeso u otras enmiendas puedan hacer factibles el uso de esta agua.

Calidad agua para riego	CE mmhos/cm - dS/m	RAS
Aceptable	<1.3	<5
Dudosa	1.3 - 2	5 - 10
Riesgosa	>2	>10



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANTHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO





CERTIFICADO DE ANALISIS N° 756-2009

SOLICITANTE	: Nestor Belizario Quispe.
INTERESADO	: Nestor Belizario Quispe.
DIRECCIÓN	:
PROCEDENCIA	:
LUGAR	: Muñay Pacocha.
N° MUESTRAS	: 01.
TIPO DE ANALISIS	: Con fines de riego.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 15 de Enero del 2009.
FECHA DE CERTIFICACIÓN	: 20 de Enero del 2009.

Clave Usuario	Munay Pacocha
Clave Laboratorio	756
N° Muestras	01
Temperatura °C.	13,20
pH	7,01
C. E mmhos/cm 25 °C	0,417
Ca meq/l.	3,40
Mg meq/l.	4,00
Na meq/l.	1,50
K meq/l.	0,14
Suma de Cationes	9,04
CO ₃ meq/l.	0,00
HCO ₃ meq/l.	3,60
Cl meq/l.	0,50
SO ₄ meq/l.	1,85
NO ₃ meq/l.	2,40
Suma de Aniones	8,35
SAR	0,77
Clasificación	C2S1

Referencias:

- 1.- Methods of analysis for soils, plants and waters University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, Octubre 1988. 195p.
 - 2.- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report N° 42. version 3.0 Washington DC, USA, 693p.
- Determinación de pH Potenciómetro Calomelano (electrodos de vidrio).
 Determinación de Conductividad Eléctrica Conductímetro de tres anillos.
 Determinación de Calcio EDTA (método del versenato con Eriocromo Negro).
 Determinación de magnesio EDTA (método del versenato con Erio cromo Negro).
 Determinación de Carbonatos Fenoltaleina Titulación Con Ácido Sulfúrico.
 Determinación de Bicarbonatos Anaranjado de metilo.

Conclusiones:

La muestra analizada de Agua CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota :

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.

Observaciones:

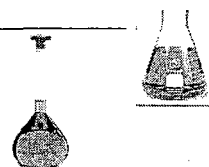
Ninguna.



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso del Laboratorio.





CLAVE

PELIGRO DE SALES

C1 Salinidad baja	(0,00-0,25 mmhos)	Buenos para riego de diferentes cultivos. Solo peligro de salinización de suelos muy impermeables de difícil drenaje interno
C2 Salinidad moderada	(0,25-0,75 mmhos)	De calidad buena para cultivos que se adaptan ó toleran moderadamente la sal. Peligro para plantas muy sensibles y suelos impermeables.
C3 Salinidad entre media y alta	(0,75-2,25 mmhos)	El suelo debe tener buena permeabilidad. El cultivo seleccionado debe ser tolerante a la sal.
C4 Salinidad alta	(2,25-4,00 mmhos)	Solo para plantas tolerantes y suelos permeables y donde pueden ser necesarios lavados especiales para remover las sales.
C5 Salinidad muy alta	(4,00-6,00 mmhos)	Solo para plantas muy tolerantes, suelos muy permeables y donde se pueden aplicar lavados frecuentes para remover el exceso de sales.
C6 Salinidad excesiva	(Más de 6,00 mmhos)	Deben tomarse precauciones para su uso. (Pueden usarse en suelos muy permeables y/o mezclado con agua de buena calidad).

PELIGRO DE SODIO

S1 Poco sódico	Sin peligro
S2 Medio sódica	Peligro en suelos de textura fina ó arcillosa con alta capacidad de cambio especialmente si la permeabilidad es baja, a menos que el suelo lo contenga yeso. Uede usarse en suelos de textura gruesa entre la arenosa y franca ú orgánicas con permeabilidad adecuada.
S3 Muy sódica	Peligro en suelos sin yeso, requieren estos suelos buen drenaje, adición de materia orgánica y eventuales enmiendas químicas tales como yeso ó azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta C4.
S4 Excesivamente sódica	No sirven generalmente para riego. Solo cuando la salinidad es baja ó media donde la solución del calcio del suelo ó el uso del yeso ú otras enmiendas puedan hacer factibles el uso de esta agua.

Calidad agua para riego	CE mmhos/cm - dS/m	RAS
Aceptable	<1.3	<5
Dudosa	1.3 - 2	5 - 10
Riesgosa	>2	>10



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing^o JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

