

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**ESTABLECIMIENTO DEL TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*), EN
CONDICIÓN DE BOFEDAL, CON DIFERENTES NIVELES DE ABONAMIENTO
ORGÁNICO EN LA ZONA DE COSAPA, ORURO.**

Jesús Johnny Luján Ticlo

La Paz – Bolivia

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ESTABLECIMIENTO DEL TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*), EN
CONDICIÓN DE BOFEDAL, CON DIFERENTES NIVELES DE ABONAMIENTO
ORGÁNICO EN LA ZONA DE COSAPA, ORURO.**

*Tesis de grado presentado como
requisito parcial para optar el
Título de Ingeniería Agronómica*

Jesús Johnny Luján Ticlo

Tutor:

Ing. Hugo Mendieta Pedrazas

Asesor:

Ing. Eloy Aquino Cruz

Tribunal Examinador:

Ing. MSc. David Morales Velásquez

Ing. Miguel Nogales Soldevilla

Ing. Eliseo Quino Mamani

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2010

DEDICATORIA



A Dios Supremo Creador de la vida

A mis papás

Rodolfo y Maria Luisa

Por haber direccionado mi vida

A mi esposa

Rosario e hijas: Melisa y Lucinia

Por su compromiso y apoyo

A mis hermanos, cuñadas y mis sobrinos.

AGRADECIMIENTOS

- Deseo expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, plantel docente y administrativo, a quienes debo mi formación profesional.
- Al Ing. Hugo Mendieta Pedrazas, Tutor del presente trabajo por la ayuda, comprensión y su colaboración desinteresada, sin la cual no se podría haber llevado la presente investigación.
- Al Ing. Eloy Aquino Cruz, por sus valiosos consejos, orientación y sugerencias en este proceso final del documento como asesor del presente trabajo.
- Al Ing. Alejo José, por su importante ayuda y contribución técnica durante la elaboración del documento final.
- A los Ingenieros: Msc. David Morales Velásquez y Miguel Nogales Soldevilla miembros del Tribunal Revisor por las sugerencias brindadas.
- A los Señores Comunarios de Cosapa por haberme permitido disponer uno de los predios agrícola de forma generosa para la realización del presente trabajo de investigación, sin la cual no habría sido posible llevar adelante dicho estudio.
- A la Unión Bautista Boliviana, Colegio Instituto Bautista Canadiense y la directora Prof. Yolanda Quino de Perca por darme la oportunidad de difundir mis conocimientos en tan noble institución, por la comprensión y apoyo.

Jesús Johnny Luján Ticlo

CONTENIDO

Aprobación.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Anexos.....	x
Resumen.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Características de los bofedales.....	4
2.1.1. Conceptos y definiciones	4
2.2. Clasificación de los bofedales	5
2.3. Formación de bofedales	6
2.4. Uso y manejo de Bofedales.....	7
2.5. Riego de Bofedales	9
2.6. Cobertura vegetal y composición botánica.....	10
2.7. Producción forrajera de las praderas nativas bajo condiciones de clausura	
12	
2.7.1. Rendimiento del bofedal mejorado	13

2.8.	Valor nutritivo de los pastos en bofedales	15
2.9.	Importancia de los bofedales.....	16
2.10.	Cultivo del trébol blanco	18
2.10.1.	Descripción del cultivo.....	18
2.10.2.	Origen y distribución geográfica	18
2.10.3.	Características botánicas	18
2.10.4.	Desarrollo y crecimiento	19
2.10.5.	Densidad de siembra	20
2.10.6.	Requerimiento de suelo y clima	20
2.10.7.	Valor Nutritivo del trébol blanco.....	20
2.10.8.	Utilización	20
2.10.9.	Manejo del trébol blanco	21
2.11.	Siembra directa de gramíneas y leguminosas productivas en suelos superficiales	21
2.12.	Resultados de siembra directa de pastos con labranza de conservación	23
2.13.	Materia Orgánica.....	23
2.13.1.	Tipo y acción de los abonos orgánicos	23
2.13.2.	Utilización de excretas animal es pastos.....	25
3.	LOCALIZACIÓN	27
3.1.	Ubicación Geográfica	27
3.2.	Descripción agro ecológica.....	27
3.2.1.	Características climáticas	27
3.3.	Descripción fisiográfica, edáfica y recursos hídricos	29
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1.	Material y equipos	30
4.1.1.	Material Experimental	30
4.1.2.	Material y equipos de campo	31
4.1.3.	Material de laboratorio	32

4.1.4. Material de gabinete	32
4.1.5. Infraestructura productiva	33
4.2. Métodos.....	33
4.2.1. Diseño Experimental.....	33
4.2.2. Características del campo experimental	34
4.3. Procedimiento experimental	35
4.3.1. Monitoreo de parcelas experimentales	35
4.3.2. Características del Bofedal	35
4.3.3. Construcción de ahijadero	36
4.3.4. Demarcación de la parcela experimental.....	36
4.3.5. Abonamiento orgánico con estiércol de llama.....	36
4.3.6. Siembra directa de trébol blanco sobre bofedal.....	37
4.3.7. Manejo del bofedal mejorado.....	37
4.4. Variables de estudio	38
4.4.1. Altura de planta.....	38
4.4.2. Rendimiento en materia verde	38
4.4.3. Rendimiento en materia seca	38
4.4.4. Cobertura	39
4.4.5. Proteína Bruta.....	40
4.5. Análisis Económico	40
4.6. Análisis de datos	41
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
5.1. Altura de planta	43
5.1.1. Análisis de Varianza para altura de planta.....	43
5.2. Materia Verde.....	46
5.2.1. Análisis de Varianza para materia verde en (kg/ha)	46
5.3. Materia Seca	49
5.3.1. Análisis de Varianza para rendimiento de materia seca (kg/ha)	49

5.4.	Porcentaje de cobertura	52
5.2.1	Análisis de Varianza para porcentaje de cobertura (%)	52
5.5.	Proteína Bruta	55
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL ESTUDIO	58
7.	CONCLUSIONES	62
8.	RECOMENDACIONES	64
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	ANEXOS	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Proteína total en % de la biomasa forrajera de tres comunidades alpaqueras, Puno- Perú	16
Cuadro 2. Principales características físicas y químicas de bofedal.....	29
Cuadro 3. Características del bofedal del área experimental.....	30
Cuadro 4. Semilla a ser estudiada, procedencia y densidad de siembra.....	31
Cuadro 5. Análisis del estiércol de llama	32
Cuadro 6. Distribución de tratamientos y niveles de abonamiento.....	33
Cuadro 7. Análisis de Varianza, altura de planta a cuatro niveles de abonamiento orgánico en trébol blanco.	43
Cuadro 8. Prueba DUNCAN, altura de planta para abonamiento orgánico en trébol blanco.....	44
Cuadro 9. Análisis de Varianza para cuatro niveles de abonamiento rendimiento de materia verde del trébol blanco.	46
Cuadro 10. Prueba DUNCAN, para el rendimiento de materia verde.....	46
Cuadro 11. Análisis de Varianza en el rendimiento de materia seca (kg/ha)	49
Cuadro 12. Prueba DUNCAN, para rendimiento de materia seca.....	50
Cuadro 13. Análisis de Varianza para porcentaje de cobertura y cuatro niveles de abonamiento orgánico.....	53
Cuadro 14. Prueba DUNCAN, porcentaje de cobertura en trébol blanco	53
Cuadro 15. Contenido de proteína bruta para tratamientos en estudio.	56
Cuadro 16. Relación Beneficio Neto y Beneficio/Costo, con cuatro niveles de fertilización orgánica en el trébol blanco.	58
Cuadro 17. Análisis, Tasa de Retornos Marginales para los tratamientos No Dominados, en trébol blanco.....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento climático, durante el ensayo en Cosapa.....	28
Figura 2. Flujograma para manejo de datos registrados en el trabajo de campo.....	42
Figura 3. Promedio altura planta de trébol blanco, para abonamiento orgánico ..	44
Figura 4. Comparación promedios en el rendimiento de materia verde del trébol blanco, bajo cuatro niveles de fertilización orgánica.....	47
Figura 5. Comparación de promedios en rendimiento materia seca del trébol blanco, bajo fertilización orgánica.....	50
Figura 6. Comparación, porcentaje de cobertura con abonamiento orgánico en trébol blanco.	54
Figura 7. Contenido proteínico para tratamientos en tres localidades.	56
Figura 8. Margen de Beneficio/Costo, para cuatro niveles de fertilización orgánica en trébol blanco.....	59
Figura 9. Curva de Beneficios Netos, en la aplicación de cuatro niveles de fertilización orgánica en trébol blanco.	61

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tipos de bofedales según sus características y autores.....	76
Anexo 2. Rendimiento de forraje en diferentes bofedales y autores dentro el sistema TDPS – Bolivia (Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca – Desaguadero – Poopo – Coipasa)	77
Anexo 3. Mapa, ubicación del área de estudio	78
Anexo 4. Resumen Climatológico mensual (2008), Cosapa	79
Anexo 5. Croquis de Campo Experimental	80
Anexo 6. Planilla de datos para evaluación de las variables de estudio respecto a la dosis de abonamiento orgánico.....	81
Anexo 7. Planilla de datos para Costos de Producción respecto a los tratamientos en estudio.....	83
Anexo 8. Cálculo de dosis de Abonamiento Orgánico	84
Anexo 9. Medidas obtenidas para las cuatro variables en estudio respecto al abonamiento orgánico.....	89
Anexo 10. Análisis químico del contenido de proteína bruta en muestras del trébol blanco.....	90
Anexo 11. Costos de producción del trébol blanco para los tratamientos en estudio	91
Anexo 12. Análisis de Dominancia para los Costos de Producción.....	92
Anexo 13. Composición florística del bofedal donde se estableció los tratamientos en estudio.....	93
Anexo 14. Fotos	94

RESUMEN

El presente trabajo de estudio se realizó en la Comunidad de Cosapa; Provincia Sajama del Departamento de Oruro, entre Diciembre del 2007 hasta Abril del 2009, en áreas identificados como los bofedales (praderas húmedas), estos suelos corresponden al orden Entisol, provenientes de materiales volcánicos de escaso desarrollo, relativamente jóvenes. La temperatura máxima y mínima oscila entre 18,52 °C y – 5,5 °C respectivamente, con una precipitación de 326 mm, a una altitud de 4000 msnm.

Con el objetivo de evaluar el efecto de abonamiento orgánico en el rendimiento del Trébol blanco (*Trifolium repens*) implantado en condiciones de bofedal Alto Andino.

El material vegetal utilizado es el Trébol blanco (*Trifolium repens*) de la variedad huia, y como fuente orgánica aplicada estiércol de llama. El ensayo se estableció bajo un Diseño de Bloques al Azar, con 4 tratamientos: T1 (0 t /ha), T2 (4 t /ha), T3 (8 t /ha) y T4 (12 t /ha). Las variables de respuesta fueron: Altura de planta, materia verde, materia seca, porcentaje de cobertura, porcentaje de proteína, evaluación económica, cuya evaluación estadística se la realizó con el programa SAS.8e.

Por los resultados obtenidos, se reportó como mejor promedio en altura de planta a la aplicación de 12 t /ha de materia orgánica con 28,58 cm, aventajando a 17,42 cm, con la incorporación de 8 t /ha de estiércol de llama, reflejando diferencias significativas entre estos dos tratamientos, sin embargo al bajar la dosis de abonamiento a 4 t /ha, la altura de planta disminuyo a 11,08 cm, cuando no se aplico ninguna dosis de abono la altura se reduce a 7,83 cm, mostrando diferencia estadística entre estos dos tratamientos, mientras el rendimiento de materia verde fue influenciado por la aplicación de abonamiento orgánico, siendo que la dosis de 12 t /ha generó una producción de 25 578,13 kg/ha mayor a 15 854,17 kg/ha logrado por 8 t /ha de estiércol, en cambio con la dosis de abonamiento de 4 t /ha el

rendimiento disminuyo a 9 546,88 kg/ha de materia verde, donde no se aplico el estiércol de llama siendo el nivel de 0 t /ha reflejo un mínimo rendimiento de 6 218,75 kg/ha, mostrando diferencias significativas entre los cuatro tratamientos estudiados. El accionar de la fertilización orgánica evidencio diferencias significativas entre los cuatro tratamientos para el rendimiento de materia seca, donde la aplicación de 12 t /ha de enmienda orgánica produjo 6 382,92 kg/ha, que es superior a 3 950,42 kg/ha de materia seca logrado por 8 t /ha, mientras al disminuir la dosis de abonamiento en 4 t /ha, el rendimiento bajó a 2 385,85 kg/ha y cuando no se aplica el abono orgánico la producción disminuyo a 1 536,72 kg/ha, reflejando diferencias significativas entre cuatro tratamientos, por otro lado el porcentaje de cobertura que se obtuvo a partir de 12 t /ha fue de 71,08%, mayor a 59,75%, 47,58% y 26,67% alcanzados por la aplicación de 8, 4 y 0 t /ha de estiércol, reflejando diferencias significativas entre los cuatro tratamientos,

El contenido de proteína bruta fue variable, donde con 12 y 8 t /ha de estiércol, se alcanza 20% y 19% de concentración proteica; mientras al bajar el nivel a 4 y 0 t /ha, la proteína bruta disminuye ostensiblemente a 15% y 10% respectivamente.

Por otro lado el análisis económico refleja que el T4, al incorporar 12 t /ha de estiércol, genera un beneficio neto de 2 098,00 Bs./ha, con 1,28 de Beneficio/costo y como Tasa de Retorno Marginal resultante es de 978,04%, mientras el T3 con la aplicación de 8 t /ha de enmienda orgánica, el beneficio neto alcanzado fue de 806,996 Bs./ha, mientras la relación Beneficio/costo resultante es de 0,54, por su lado la Tasa de Retorno Marginal reflejado es de 593,39%, en cambio los T2 y T1 (4 y 0 t /ha), bajan el Beneficio Neto a 23,72 y -341,619 Bs./ha, y la relación beneficio/costo oscila entre 0,02 y -0,28 respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

La zona altiplánica y alto andina de Oruro representan el centro de mayor producción ganadera de Bolivia, especialmente la camélida. La alimentación del ganado depende de los pastizales, sub - productos, forrajes cultivados y recursos no convencionales, pero los pastizales proveen el 95% de alimento para el ganado camélido.

En estas zonas existen ecosistemas donde se encuentran campos naturales de pastoreo (Canapas) con bajos niveles de producción, debido a la escasa y mala distribución de lluvias, suelos pobres de escasa fertilidad y salinización. Sin embargo, las vertientes naturales de las Cordilleras han permitido el desarrollo de un tipo de pradera de alto potencial productivo denominado Bofedal, el cual presenta vegetación forrajera casi siempre durante todo el año. (Ortega, J. 2004)

Los bofedales son ecosistemas hidromórficos dinámicos, forman el hábitat natural de diversos tipos de pastos naturales, constituyendo la base de la alimentación del ganado camélido, bovino y ovino, soportan una importante carga animal por su forraje altamente nutritivo.

La pérdida de áreas con bofedales se deben a diferentes causas, como la erosión, uso inadecuado, contaminación, poco conocimiento del valor económico - ecológico, de su potencial alpaquero y falta de estrategias de manejo, lo mencionando está conduciendo a la destrucción generalizada de este recurso natural muy frágil del sistema alto andino.

Frente a los diferentes problemas, surge la preocupación por encontrar y plantear soluciones que permitan una verdadera recuperación, mejoramiento, manejo sustentable y eficiente de estos bofedales.

El propósito del presente estudio es recuperar y mejorar las áreas desnudas, reemplazar la vegetación deteriorada, mejorar la cantidad y calidad del forraje, ampliar el tiempo de pastoreo, restablecer plantas forrajeras que no se propagan naturalmente y proteger el suelo contra la erosión a partir de la implantación del Trébol blanco (*Trifolium repens*) variedad "Huía" en bofedal alto andino con diferentes niveles de abonamiento orgánico (estiércol de llama), lo que constituirá una alternativa importante para aliviar la presión sobre los pastos naturales y al mismo tiempo obtener una mayor productividad por unidad de superficie, con los consiguientes beneficios económicos para los productores de la zona en estudio, coadyuvando así a la política de conservación de nuestros recursos naturales y medio ambiente, evitando la degradación y agotamiento de bofedales, indispensables en estas zonas de producción.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento del trébol blanco implementado en bofedal alto andino.

1.1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el comportamiento agronómico del trébol blanco implantado en bofedal Alto Andino.
- ✓ Determinar las respuestas a los niveles de abonamiento orgánico para la producción de materia seca del trébol blanco.
- ✓ Cuantificar el contenido de proteína bruta, mediante el análisis bromatológico para los tratamientos en estudio.
- ✓ Analizar la factibilidad económica en el establecimiento del trébol blanco en bofedal.

1.2. Hipótesis

Ho: El efecto del abonamiento orgánico no tiene influencia directa en el rendimiento forrajero del trébol blanco.

Ho: Los costos de producción son iguales para los tratamientos con abono orgánico.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características de los bofedales

2.1.1. Conceptos y definiciones

Aquino (1999), indica que los bofedales son conocidos por las familias campesinas como Jokos y/o Q'ochis, los cuales son sitios de pastoreo, formadas de manera natural o en algunos casos artificialmente. El tipo de vegetación es hidrofítica, ocupa sitios definidos, tienen vegetación de altura corta desde 5 a 10 cm y con abundancia de especies perennes ó temporales, formando asociaciones cespitosas y almohadilladas, con buenas condiciones pastoriles; alta producción, gran calidad, rebrote temprano y agostamiento tardío. Apto para el pastoreo de alpacas y llamas.

Tapia y Flórez (1984), además de Alzerreca y Luna (2001), comentan que los bofedales son denominados turberas, vegas, oqhonaes, cenagales y humedales entre otros nombres. Son praderas nativas poco extensas, humedad permanente, con vegetación siempre verde y de elevado potencial productivo. Son las praderas nativas más importantes del altiplano y alto andino por la cantidad y calidad de forraje que proporcionan durante el año y especialmente en la época seca.

Rodríguez (1996), menciona que los comuneros denominan como “bofedral”, “Oqho”, “huaylla”, a la pradera húmeda artificial, que es una zona de pastoreo que ha sido generada con la intervención del hombre.

La Fuente et al. (1988), concluyen que los bofedales corresponden a un ecosistema muy particular, con riego permanente y altamente productivo, cuya vegetación forma un cojín de espesor considerable, el mismo que presenta un elevado contenido de materia orgánica y nitrógeno.

Vargas (1992) corroborado por (CIPCA, 1998), comentan que los bofedales son comunidades vegetales de reducida superficie, localizados en suelos muy húmedos

ubicados generalmente en vertientes y riachuelos, presentan alto potencial forrajero que es corroborado por los datos de buen rendimiento en materia seca.

Irinea (1997), manifiesta que los bofedales en el Perú, son ecosistemas hidromórficos ubicados en las partes alto andinas del sur del país, los cuales forman el hábitat natural de diversas tipos de pastos naturales que sirven de alimento a los camélidos sudamericanos y que por efecto de la implementación de algunos proyectos de irrigación se encuentran en peligro de desaparecer irremediablemente.

2.2. Clasificación de los bofedales

Lara R., (1985), menciona que los bofedales se diferencian según la altura, ubicación, calidad, cantidad y permanencia de agua que los riega, corroborado por diferentes autores (anexo 1).

Novoa y Flores (1991), clasifican a los bofedales por el tamaño, en grandes (Jach'a jock'os) y chicos (Jisk'a juck'os). Los grandes son usufructuados por un número variable de familias, aunque la cría del ganado es unifamiliar. Mientras los Juck'os (chicos) están ubicados en predios familiares, quedando por lo tanto su cuidado y uso a nivel del propietario.

Choque (1995), agrupa a los bofedales en tres asociaciones de fito - especies tomando en cuenta su composición vegetal, producción de biomasa aérea y en base a la calidad agrológica del suelo y estos son:

- Bofedal pluviforme de *Distichetum*: esta asociación se encuentra en el piso ecológico de puna, sobre suelos hidromorfos. Está constituida por especies herbáceas semihidrofitas, de fisonomía muy densa y de apariencia almohadillada, dominada básicamente por la especie *Distichia muscoides* careciendo de gramíneas altas. Las especies componentes menores son:

Eleocharis albibracteata, *Hypochoeris atenocephala*, *Carex app.*, *Alchemilla diplophylla*, *Gentiana postrata*.

- Bofedal de Wernerichetum: ocupa suelo orgánico de color pardo grisáceo con humedad moderada. La especie dominante *Werneria pigmaea*, se encuentra asociada con las especies *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris atenocephala*, *Festuca rigescens* y *Calamagrostis mínima*.

- Bofedal cespitoso de Calamgrosetum: Ocupa suelo orgánico de color pardo oscuro en húmedo, con disponibilidad de humedad suficiente y drenaje moderado. En esta asociación la composición florística en orden de dominancia es como sigue: *Calamagrostis risgencens*, *Festuca dolichophylla*, *Ranúnculos uniflorus*.

Martínez (1997), en un estudio realizado en las praderas nativas de la zona andina de La Paz, clasifica al bofedal de acuerdo a las condiciones hídricas; en Údicos (con riego permanente) por afluencia de deshielos y glaciares, en Ústicos (riego temporal) que son irrigados por agua provenientes de vertientes naturales.

2.3. Formación de bofedales

Medio Ambiente en Defensa de los Bofedales (1995), manifiestan que los bofedales se forman en la naturaleza debido a las características ecológicas de las zonas del macizo andino, ubicadas sobre los 4000 msnm, en el cual se extienden amplias zonas planas y depresionadas, que almacenan el recurso hídrico, proveniente de las precipitaciones, del derretimiento del hielo y de las filtraciones de aguas almacenadas en los acuíferos, formando así suelos hidromórficos con gran potencial forrajero.

Sotomayor et al. (1990), sugiere que un terreno inundado convenientemente, tarda hasta cuatro años en convertirse en bofedal y estas pueden expandirse

continuamente, siempre que las condiciones estén dadas y existan requerimientos de nuevos pastizales.

Rodríguez (1996), menciona que la práctica de formación de bofedales, constituye un aporte del comunero alto andino al uso y manejo de la pradera y el agua. Al respecto desde tiempos inmemoriales se practica la formación de bofedales, puesto que durante la estación seca es el único lugar donde se lleva a cabo el pastoreo de los animales. En este caso para obtener un bofedal artificial se requiere entre 5 a 10 años de inundación y el control del pastoreo y la carga animal.

2.4. Uso y manejo de Bofedales

Diversos autores destacan la importancia del uso y manejo de bofedales alto andinos como principal fuente de alimentación del ganado.

De este modo, Sosebee (1982) citado por Choque L. J. (2001) indica que, un sistema de pastoreo es usualmente parte de un programa extensivo de uso y manejo de praderas, que cuando es utilizado con fines prácticos tiene un carácter flexible y persigue los siguientes objetivos:

- Mantener, proteger y mejorar la condición de la pradera
- Proveer un alto nivel de producción animal
- Incrementar la disponibilidad forrajera
- Incrementar los ingresos económicos del productor

Alzerreca et al. (2001), Faúndez y Ahumada (2001) y Castellano (2004), coinciden en determinar los siguientes principios para el manejo de los bofedales:

- Proteger el suelo de la erosión

- Permitir un rebrote vigoroso de plantas
- Facilitar una adecuada selección en la dieta del animal
- Proteger el habitat de la fauna silvestre

Los mismos autores sugieren técnicas de mejoramiento y manejo de los mejoramientos.

a) Mejoramientos:

- Se debe manejar el agua en forma eficiente y racional
- Fertilización: Adición de nutrientes preferentemente naturales
- Replante de las especies forrajeras presentes
- Incorporación de germoplasma de especies forrajeras

b) Manejo de los mejoramientos:

- Construcción de cercos
- Rotación de canchas
- Control de la carga animal
- Acopios artificiales
- Control de escurrimiento superficial
- Ganadería con camélidos sudamericanos

Alzerreca y Luna (2001), sugieren las siguientes acciones para el manejo del bofedal:

- Realizar pastoreo rotativo controlado

- Construcción de cercos
- Mejorar el riego
- Abonamiento con estiércol de animales domésticos
- Control de cárcavas en los bofedales
- Control de la salinidad
- Control de la destrucción de bofedales
- Transplante o siembra de pastos de alto valor forrajero
- Mejoramiento con tepes
- Manejo de praderas mejoradas mediante transplante de forrajes

2.5. Riego de Bofedales

La buena administración del riego asegura al suelo una humedad cercana a la capacidad de campo, suministra a las plantas agua abundante y móvil que facilita la transpiración y al mismo tiempo la asimilación de nutrientes, además disminuye el esfuerzo que realiza el agricultor en el proceso productivo (Avidan, 1995).

Mamani y Arivilca (1993), indican que todas las aguas existentes en las comunidades de puna seca son utilizadas, principalmente para el riego de bofedales, para la producción alpaquera, así mismo, los bofedales dependen de la existencia de la precipitación pluvial, manantiales, flujos subterráneos y/o ríos existentes en los alrededores. La escasez de lluvias y temperaturas ambientales bajo cero (-14,37°C) permiten la formación de gruesas capas de hielo en los causes de los canales, influyendo en la presencia de especies vegetales tolerantes por falta de agua y marcando la época seca y lluviosa.

El manejo de riego en los bofedales alto andinos es una estrategia usada por los productores para mantener, aumentar la productividad y la superficie de pastos

disponibles, manteniendo grandes rebaños de camélidos. Es de mucha importancia para la zona, la disponibilidad de fuente de agua y el régimen de lluvias (Palacios, 1977)

El mismo autor indica que los ríos o manantiales de puna seca están disponibles para el riego de bofedales y su formación, con este fin se construyen canales de riego (irpa en aymará) que llevan las agua de río (jawira), lagunas (k'ota) y fuentes (q'otaña).

Hörtreiter (1999), recomienda que la humedad y circulación de agua debe ser permanente y enriquecidas con riego a fin de oxigenar los bofedales.

2.6. Cobertura vegetal y composición botánica

La Fuente et al. (1988), concluye que los bofedales presentan mayor cobertura vegetal en comparación a praderas de secano circundantes, siendo los mismos de 85% a 100% y menores en las serranías, laderas y pampas de 30 a 35%.

Martínez (1997), indica que los bofedales tienen la mayor cobertura vegetal alcanzando el 100%, esto debido a que se encuentran casi constantemente irrigados comparativamente a otros tipos de praderas como los de secano que poseen una cobertura vegetal variada siendo el promedio de 65,7%.

Quiroga (1999) mencionando a Tapia (1976), manifiesta que la vegetación nativa del altiplano y alto andino está dominada por la familia Gramínea o Poaceae cuya presencia sin embargo no influye grandemente en la pradera natural.

La Fuente et al. (1988), mencionan que los bofedales presentan mayor porcentaje de especies de: *Werneria pigmaea*, *Distichia muscoides* e *Hipochaeris taraxaoides* con relación a otras especies que representan el 51,84% para un sitio. Mientras que

en otro sitio las especies principales encontradas fueron: *Distichia muscoides*, *Distichia filamentosa* y *Aciachne pulvinata* que representan el 44,99% del sector.

Lara R., (1985) afirma que las especies representativas de un bofedal son plantas pulvinadas de los géneros *Distichia* y *Plantago* que forman un tapiz de algunos centímetros de altura interrumpidos por numerosos charcos, donde se asocian algunas rizomatosas monocotiledóneas rozuladas de los géneros *Carex*, *Calamagrostis*, *Gentiana*, *Werneria*, *Arenaria* e *Hypcela*. En los charcos se encuentran la *Alchemilla*, *Ranunculos* y otros.

Martínez (1997), afirma que las especies dominantes en un bofedal Ústico (humedad temporal) son: *Aciachne pulvinata* y *Alchemilla pinnata*, mientras en un bofedal Údico (humedad permanente) son: *Plantago tubulosa* y *Gamochaeta desertícola*.

Choquehuanca (2001), señala que es un tipo de pradera poco extenso en áreas, pero de potencial forrajero elevado y de producción continua caracterizado por la presencia de las especies; *Distichia muscoides* “Kunkuna”, *Plantago rigida*, “Champa estrella”, *Oxychoe andina* “Taruca pasto”, *Alchemilla diplophylla* “Libro libro” y especies del genero *calamagrostis* “Crespillo”.

Fiorio (1996), asegura que dentro de un mallín que es sinónimo de bofedal, se distinguen tres zonas o estratos.

- La zona central: que es la más húmeda e inundable, donde predominan las especies acuáticas (*Juncos* y *Carex*), donde las gramíneas raramente están presentes. En estos sitios con características hidromórficas ocurren procesos de desnitrificación que lo convierten en lugares con poca aptitud forrajera.
- Zona intermedia: con mayor producción forrajera, con predominio de gramíneas y leguminosas (poas y tréboles); es el sitio donde hay mayor

actividad biológica y fertilidad debido a que la presencia de humedad permite cumplir con la liberación de nitrógeno y su mineralización, dándose el uso eficiente de nutrientes. Se puede observar una tendencia a perder fósforo y azufre soluble por el constante lavado, cuando son fertilizados con los anteriores elementos, modifican notablemente la presencia de leguminosas, aumentando rápidamente la abundancia de estas.

- Zona periférica: zona de transición, que se encuentra influenciado por stipas y otras especies pertenecientes a la estepa, constituyéndose en un sitio de equilibrio muy frágil entre las praderas a secano y el bofedal.

2.7. Producción forrajera de las praderas nativas bajo condiciones de clausura

Rubio (1982), menciona que existe una producción superior de la especie *Festuca dolichopylla*, con una producción de 4 066 kg/ha, seguido de *Carex ecuadorica* (880 kg/ha) y *Poa Gymantha* (444 kg/ha), en su experimento realizado en el Centro experimental de Chuquibambilla, en pastizales de “Chillihuar” y “Porque”.

El mismo autor determinó que en el pastizal de “Porque” bajo condición de clausura, la especie *Calamagrostis antoniana* decrece significativamente de 1 985 kg/ha a 554 kg/ha, en el sexto año de observación y se torna como significativamente predominante la especie *Carex ecuadorica* (2 339 kg/ha)

Molina (1996), en un estudio realizado en la Estación Experimental Cáp. Manco Cápac sobre el efecto del nitrógeno y fósforo en la productividad de una pradera sobre pastoreada, concluye que la exclusión de pastoreo afecto significativamente la producción de forraje seco de las especies, totalizando un incremento de 1 747 kg/ha.

Calla (1988), en un trabajo realizado en el Centro experimental Chuquibambilla determinó que la producción total de biomasa forrajera anual es más alto en el mes de noviembre con 1 532 kg de MS/ha y menor en agosto. La producción total de biomasa es superior en el mes de noviembre con 4 440,78 kg de MS/ha y es menor en la cosecha de septiembre con 3 007 kg/ha.

2.7.1. Rendimiento del bofedal mejorado

La productividad de forraje en los bofedales tiene relación directa con la fertilidad del suelo, el manejo, la diversidad florística presente y las condiciones bioclimáticas, según (Apaza, 2007).

Los pastizales de la comunidad campesina de Apopata en Puna tienen una producción forrajera anual de 3 500 kg MS/ha y 8 000 kg MS/ha en pastizales de seco y bofedales (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, 2000).

Para bofedales del Perú (Ministerio de Desarrollo Sostenible, 1997) y Chile (Troncoso, 1982) reportan rendimientos de 8 000, 8 291 y 9 041 kg/ha de materia verde, que en materia seca representan 2 227, 1 632,0 y 2 825,0 kg/ha

Vargas (1992), afirma que los bofedales ofrecen alto porcentaje de uso forrajero y un crecimiento bien distribuido durante todo el año. Tomando como referencia la condición "Clímax", se tiene un rendimiento forrajero de 1 613,07 kg /ha de materia seca en época de lluvia en el distrito de Pizacoma.

El mismo autor señala que la disponibilidad forrajera promedio en bofedales durante la época seca es 1 809,4 kg/ha de materia seca en la zona agroecológica de puna seca, no se observa marcada predominancia de una determinada especie en producción de materia seca.

Miranda (1995), sobre una altitud promedio de 4200 msnm, mejoró los bofedales con siembra directa. Los valores registrados a tres años de establecimiento señalaron un incremento de 12,4% en la cobertura vegetal. El rendimiento del bofedal mejorado fue de 2 227 kg de MS/ha, en comparación al testigo que fue de 1 052 kg de MS/ha.

Miranda, F. (1995), en evaluaciones agrostológicas realizadas en tres comunidades campesinas de Huanacamaya, Llusta (Mazocruz) y Vilcallamas (Piizacoma), todas ubicadas en la zona ecológica de puna seca, indica una oferta forrajera de 620 a 1 161 kg MS/ha. En pastizales de La Raya (Santa Rosa) ubicado en puna húmeda, se tiene una producción forrajera de 5 436 kg MS/ha en pajonales y 2 217 kg MS /ha en ladera.

El mismo autor indica que con un manejo al cual se adiciona la construcción de acequias para la irrigación de bofedales en Caylloma – Arequipa se logro un incremento de 890 a 2 800 kg MS /ha.

En Bolivia, Villarroel (1997) mencionado por Apaza (2007), reporta para los bofedales de Ulla Ulla un rendimiento de 1 705,0 kg/ha de materia verde y 265,2 kg/ha de materia seca. La revisión de algunos resultados de rendimiento en términos de materia seca para bofedales según (Alzerreca et al., 2001) se detalla en el cuadro del anexo 2.

Por otra parte, evaluada la eco región puna semiárida y árida de Bolivia, se encuentra valores de productividad forrajera con una dominancia de *Oxychloe sp*, de 2 540 kg MS/ha. Las especies *Hypachueris duracoides* y *Distichis muscoides* son muy palatables de mayor presencia en bofedales en época húmeda, presentan un rendimiento de 17 652 kg MS/ha y 16 355 kg MS/ha respectivamente en praderas de pastoreo de alpacas en Ulla Ulla Bolivia. (Alzérreca, H. 2001)

El mismo autor en estudios de Hilance y nutrición forrajera en áreas de producción de alpacas en Ulla Ulla registra un rendimiento de 8 000 kg MS/ha en bofedal hídrico en Colondratis y curvada alrededor de 9 000 kg MS/ha en bofedal hídrico en *Chychoe andina* y *Disrichia musculares*, 880 kg MS/ha en bofedal méxico de *Corax* y *Hignoria specie* y 110 kg MS/ha, en praderas méxicas de tipo salina de *Calomaeiris curvada*.

Los estudios realizados sobre productividad de rebaños de camélidos sudamericanos domésticos en Parinacota – Chile se observó una disponibilidad de materia seca que varió de 1 382 y 3 089 kg MS/ha entre la época seca y lluviosa.

Apaza (2007), menciona que la productividad de pasto en materia seca, en bofedales hidromorfos es 2 423,0 kg/ha en promedio independientemente de los pisos altitudinales son superiores a los bofedales méxicos el cual registra por debajo de 1 200,0 kg/ha, estos resultados muestran una clara tendencia de mayor producción y productividad de los bofedales con mayor disponibilidad de agua que aquellos con restricción hídrica (méxicos).

2.8. Valor nutritivo de los pastos en bofedales

Iturbide (1980), menciona que el valor nutritivo de los pastos depende la composición química, digestibilidad y que estos parámetros están en función al comportamiento agronómico a la cosecha. Además indica que el contenido de proteína cruda (PC) del forraje es el principal indicador de su valor alimenticio, valor que decrece inversamente proporcional a la edad de los pastos

Choque (1995), en su trabajo de investigación menciona que los pastos de los bofedales durante la temporada de lluvias producen forrajes con valores medios y altos de proteínas (12,74% a 14,62 %) y contenido medio de fibra cruda de (10,8% a 22,69%), estos resultados demuestran la apreciable calidad nutritiva de los pastos para el ganado.

Apaza (2007) indica que la proteína cruda en la dieta de alpaca que se pastorea en bofedal promedia 12,3% más alto que la dieta en sitio altiplánico (10,2%), además en el bofedal la proteína cruda puede ser deficiente al final de la estación seca.

En el estudio realizado en tres comunidades de la provincia de Puno, para la determinación de proteína de los pastos en bofedales, genero los siguientes datos indicados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Proteína total en % de la biomasa forrajera de tres comunidades alpaqueras, Puno- Perú

CONTENIDO	HUACANAMAYA	LLUSTA	VILLCALLAMAS
PROTEINA TOTAL %	12,74	14,26	13,59

2.9. Importancia de los bofedales

Alzerreca (2001), indica cuatro aspectos que hacen importantes a los bofedales: Socio Cultural, Económico, Ecológico y Geopolítico.

- **Socio cultural:** La presencia de bofedales en zonas climáticas con severas restricciones para otras actividades humanas, hizo que se desarrolle una cultura pastoril milenaria de camélidos por más de 3000 años.
- **Económico:** Los bofedales son ecosistemas particulares que producen forraje permanente para la cría de ganado camélido e introducido que generan carne, lana, cuero, estiércol, reproductores y exportación de animales vivos.
- **Ecológico:** Al ser los bofedales ecosistemas clave en un medio con severas limitaciones climáticas y edáficas para la producción agrícola, constituyen

hábitats y nichos para numerosas especies de fauna y flora nativa y por otra parte, tienen una influencia definitiva en el microclima local, atemperando los rigores de la sequedad medioambiental del clima subhúmedo.

- Geopolítico: Gracias a la existencia de bofedales a lo largo de la línea fronteriza de Perú y Chile, existe presencia humana dedicada a la cría de camélidos. De no existir la relación bofedales - camélidos, estas zonas inhóspitas serían deshabitadas y no habría soberanía.

Benavides, I. (2001), menciona que para la fauna del altiplano, en las cuales se encuentran especies endémicas con valor ecológico, los bofedales representan fuentes de agua y alimento para lograr la supervivencia, así muchas especies de aves utilizan estos sitios y bordes de lagunas como micro hábitat y/o lugares de protección y alimentación. Sin embargo, son ecosistemas frágiles, su desarrollo y permanencia depende principalmente de las condiciones hídricas del suelo. El agua acumulada en un bofedal durante la época húmeda, está disponible en los periodos secos, en especial cuando se trata de bofedales drenados y/o canalizados; en este caso, juega un rol importante en la regulación del régimen hidrológico de los cursos de agua.

Choque, J. (1995), indica que existen bofedales donde el recurso agua es abundante, permitiendo el desarrollo de especies piscícolas, las mismas que son de consumo para el poblador rural o la producción de truchas a pequeñas escala, que generan un desarrollo económico.

Por su parte Choquehuanca, J.B. (2001), señala que el gran potencial que ofrecen los bofedales, se ven afectados por la mala administración del recurso agua o carencias del mismo, observándose zonas que inician un proceso de degradación con una disminución en su extensión y un aumento de área secas y áridas, donde se hace imposible cualquier actividad productiva. Además las poblaciones de fauna

son desplazadas de su hábitat, las mismas que en el lapso de búsqueda de nuevas áreas de refugio, ven amenazada su vida y las de sus generaciones.

2.10. Cultivo del trébol blanco

2.10.1. Descripción del cultivo

El trébol blanco (*Trifolium repens*) es una leguminosa perenne de ciclo invernal, larga vida (10 a 15 años) y origen Neocelandés. Las flores son blancas, el fruto es una legumbre, contiene de 5 a 6 semillas, las hojas son anchas formadas por tres foliolos, de tallos rastreros, lo que le permite tener una alta capacidad de establecimiento (Aquino, 1999).

2.10.2. Origen y distribución geográfica

Esta leguminosa es un cultivo de Europa, probablemente originario de los países del Este del mediterráneo o del Oeste del Asia Menor. Se ha registrado su producción en Inglaterra ya en 1707. Fue introducido al continente americano por los primeros conquistadores. En sus diversas formas, es una de las forrajeras más extendidas en el mundo. Se encuentra en todos los continentes, desde el nivel del mar hasta más de 4000 msnm. En Bolivia los materiales naturalizados del trébol blanco están ampliamente difundidos en toda la zona andina. Sin embargo, los cultivares mejorados son poco conocidos, debido principalmente a limitaciones climáticas. (Meneses et al, 1996) corroborado por (Canales y Tapia, 1987).

2.10.3. Características botánicas

Hughes et al. (1970) y Meneses et al (1996), mencionan que el Trébol blanco es una especie perenne, número de cromosomas $2n = 32$ (tetraploide), con hábito de crecimiento rastrero. Las raíces primarias se pierden una vez que la planta se ha

establecido y enraizado en los nudos. Al estado de plántula produce hojas en una especie de roseta y una corona pequeña, de la que nacen tallos estoloníferos. En estos tallos a nivel de nudos se forman raíces adventicias. Como resultado de esta forma de crecimiento, en poco tiempo se puede formar una vegetación muy densa.

Las hojas producidas en la corona o en los nudos de los estolones, están formadas generalmente por tres folíolos sentados, de forma y tamaño variables, que pueden o no presentar una mancha clara en forma de media luna en el haz del limbo, y sin ninguna velloidad. (Anexo 14, Foto1)

Los mismos autores señalan que las cabezuelas florales tienen un pedúnculo relativamente largo que nace en las axilas de las hojas, en los nudos del tallo. Están formadas por 50 a 150 flores individuales, de color blanco, pero pueden tener un tinte rosado. La vaina de cada flor puede contener de 1 a 7 semillas. Las flores por lo general son auto estériles; para la formación de la semilla tiene que haber fecundación cruzada, las semillas son menudas, cerca de 1 500 por grano.

2.10.4. Desarrollo y crecimiento

El trébol blanco es una planta muy exigente en luz y con alta sensibilidad a la sequía debido a las raíces superficiales que tiene la especie. El crecimiento se inicia con el desarrollo en la corona, de una raíz pivotante y hasta diez estolones primarios. Posteriormente los nudos de estos estolones desarrollan nuevas raíces adventicias, hojas y una yema axilar. Mientras la planta se encuentra en una etapa vegetativa, dicha yema axilar puede dar origen a nuevos estolones o permanecer dormida. La aparición de estolones secundarios provoca cierta debilidad de los primarios, por emigración de las reservas hacia los estolones hijos, hasta el punto de que los primarios mueren y el sistema secundario se independiza. (Flores y Malpartida, 1988) corroborado por (Meneses et al, 1996).

2.10.5. Densidad de siembra

La densidad de siembra recomendada es de 3 a 4 kg/ha, para praderas alto andinas especialmente para el mejoramiento de bofedales, con pureza y germinación mayores al 85%. (Aquino, 1999).

2.10.6. Requerimiento de suelo y clima

Los terrenos ideales son los húmedos, arcillosos a franco arcillosos, puede prosperar en suelos pobres, encharcados. No acepta salinidad ni alcalinidad, ni pH muy ácido, se desarrolla bien en pH de 6 a 7. Es una planta muy exigente en luz y muy sensible a la sequía, por sus raíces superficiales, lo que obliga a su cultivo bajo riego. El trébol tolera la inundación y heladas mejor que otras especies forrajeras, se desarrolla desde los 3750 hasta los 5000 msnm (Aquino, 1999).

2.10.7. Valor Nutritivo del trébol blanco

Hughes et al. (1970), afirma que el valor nutritivo del trébol blanco (*Trifolium repens*) difiere notablemente con las distintas fases de maduración, prácticas culturales y localidad, por ejemplo en un trabajo realizado encontró que en al inicio de la floración el forraje registra un 30,23% de proteína bruta, 27,32% en la floración y 19,77% pasada la floración.

2.10.8. Utilización

Debido a su hábito de crecimiento estolonífero, la parte aprovechable por el animal está constituida por hojas y pedúnculos florales, de tal manera que las defoliaciones no afectan a los puntos de crecimiento, entregando al animal un forraje altamente nutritivo. El desarrollo postrado de esta especie la configura como una planta altamente adaptable al pastoreo, ya que aún cuando este sea intenso, la planta

conserva cierta cantidad de hojas que le permite rebrotar fácilmente, a la vez que nuevas plantas emergen de los estolones producidos. En un trabajo realizado en el Valle de Cochabamba durante tres años, bajo dos sistemas de explotación, el rendimiento total en forraje del sistema de explotación, el corte era superior al sistema de explotación pastoreo. (Meneses et al, 1996)

2.10.9. Manejo del trébol blanco

Canales y Tapia (1987), manifiestan que el trébol blanco se utiliza principalmente al pastoreo, porque soporta muy bien el pisoteo y los daños que causan los animales sobre la pradera. Tiene un buen valor nutritivo, pero no es muy palatable cuando tierno por lo que generalmente se asocia con rye grass (ingles, italiano o dactylo). Es menos palatable, porque contiene un glucósido cianogénico y sus encimas y diastasas correspondientes: a causa de estas sustancias la planta joven puede originar algunos problemas digestivos en el ganado, principalmente en el equino.

Los mismos autores indican que el trébol blanco es indicado para implantarlo en ciertas zonas húmedas porque soporta muy bien la humedad. Además se le debe considerar como un buen conservador de suelos ya que protege de la erosión, es una planta que cubre el suelo y esta cobertura evita el arrastre de la capa arable por el agua de las lluvias torrenciales.

2.11. Siembra directa de gramíneas y leguminosas productivas en suelos superficiales

Según INIA (2000), en la siembra directa las semillas se introducen en el sitio definitivo en que germina y completa su ciclo productivo, es decir, hasta el momento en que es cosechada, sin necesidad de preparar el bofedal (labranza cero), generando las siguientes ventajas y desventajas.

a) Ventajas de la siembra directa

- Detiene la erosión hídrica y eólica, así como también la degradación de la estructura del suelo.
- Permite el uso eficiente del agua de lluvia, debido a la menor evaporación y mayor infiltración.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Contribuye a reducir inundaciones debido, a que no se extrae suelo de zonas a desnivel.
- Requiere menor inversión en maquinaria, combustibles y mano de obra.
- Reducción sustancial en el uso de combustibles, se reduce el tiempo de trabajo.
- Incrementa los rendimientos.
- No contamina el medio ambiente a comparación del sistema tradicional, al evitar el arrastre del suelo y el uso de maquinaria a combustible.
- Es sustentable porque no genera el deterioro del suelo y el medio ambiente, es decir es posible producir sin destruir.

b) Desventajas

- La tecnología requiere experiencia y conocimiento global del sistema, por lo tanto se hace imprescindible la capacitación de productores, técnicos y operarios por parte de los profesionales conocedores de la tecnología.

En consecuencia por lo mencionado, al combinar la reducción del costo de producción con el aumento de rendimientos estabilizados en el tiempo y sin dañar

el ecosistema, se produce un incremento en la rentabilidad y economía del productor.

Producir en un sistema de labranza cero y siembra directa de pastos cultivados induce a lograr costos de producción menores a un sistema de producción con labranza tradicional.

2.12. Resultados de siembra directa de pastos con labranza de conservación

INIA (2000), a través del Programa de Investigación en Pastos y Forrajes de la Estación Experimental Illpa - Puno, han realizado Investigación al respecto. A dos años del establecimiento del trébol blanco, se ha obtenido un rendimiento de 2 227 kg MS/ha, generando tecnologías que permitan recuperar praderas degradadas con métodos de siembra directa.

El mismo autor informa que sobre una vegetación pajonal de Iru ichu con siembra de trébol blanco bajo riego se logró un rendimiento de 2 590 kg MS/ha, lo que significa un incremento forrajero de 128% en comparación a la vegetación pajonal no mejorada.

2.13. Materia Orgánica

2.13.1. Tipo y acción de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos fueron utilizados como fertilizantes entre las grandes culturas de la antigüedad (2000 a 2500 a.c.) y los centros agrícolas más importantes que se desarrollaron en las riberas de los grandes ríos, donde la alta fertilidad de los suelos se debe en gran parte a su contenido de materia orgánica. Unos mil años d.c. se realizó una primera clasificación de los abonos orgánicos y se agruparon como abonos verdes y aguas negras para la producción agrícola (Tisdale y Nelson, 1975).

Los fertilizantes orgánicos son los más conocidos y de aplicación más universal. El estiércol también se ha utilizado desde los tiempos prehispánicos y se cree que su uso se prolongará en tanto que los animales alojados en corrales permanezcan en las explotaciones agrícolas (Hubbel, 1983).

Conforme aumenta el conocimiento de la acción de los abonos orgánicos sobre la planta y el suelo, de igual forma se diversifica la clasificación de éstos de acuerdo a su uso específico, origen y tipo de acción; se considera que los principales abonos son: estiércol animal, abono verde, residuos de cosechas, residuos orgánicos industriales y aguas negras. Por otra parte, existen diversas discusiones sobre la importancia de abonos orgánicos en la aplicación en cultivos y praderas (Hubbel, 1983 y Trinidad 1987).

En una descripción sobre abonos se consideraron cuatro tipos (estiércol, compost, purín y abono semilíquido), en el caso de estiércol se considera como un material más o menos desecho que puede obtenerse utilizando como cama algunos residuos vegetales distintos a la paja: aserrín, helechos, hojas, etc. El compost se considera como una mezcla de excrementos o estiércol con tierra y diversos residuos animales o vegetales tratados y mezclados. En el caso del purín que es la orina más o menos fermentada y el abono semilíquido es considerado como la mezcla de orina y de excrementos con cantidades escasas de residuos vegetales de otra clase en distintos grados de fermentación (Voisin, 1974).

Se debe preferir abonos orgánicos, a los fertilizantes químicos, porque generan un suelo continuamente fértil, mejorando su estructura eficazmente, de manera que se vuelve resistente a la erosión (Chillón, 1997).

La agricultura alternativa promueve la biodiversidad del suelo, a través de la incorporación de materia orgánica (estiércol de llama) que nutra a los microorganismos del suelo, pues son ellos los responsables de que los nutrientes

queden disponibles para el cultivo, además de mejorar las condiciones físicas del suelo (Ramírez y Mejía, 2002).

2.13.2. Utilización de excretas animal es pastos

El valor de los estiércoles depende de cuatro factores importantes: 1) tipo de alimento consumido por el animal (los concentrados producen el estiércol más rico), 2) origen o procedencia del estiércol, 3) tiempo del estiércol (un estiércol viejo bien descompuesto contiene nutrientes más fácilmente utilizables que el estiércol recientemente hecho), 4) el método de almacenamiento; el estiércol que se almacena debajo de un techo o pila en forma de cuenca colectada, pierde su valor (Hubbel, 1983).

La aplicación del estiércol en terrenos debe hacerse en forma uniforme y nunca en líneas; en el caso de praderas y pastizales debe aplicarse superficialmente y ser incorporado con rastra, sobre todo cuando el estiércol es fino y está bien podrido, es conveniente realizar aplicaciones ligeras, uniformes y frecuentes (Menéndez, 1987).

En ocasiones la aplicación de estiércol puede ser perjudicial, sobre todo si se incorpora al suelo en forma fresca y con alto contenido de paja. Esto provoca una disminución en la relación carbono - nitrógeno y establece una fuerte competencia entre los microorganismos del suelo y las plantas del cultivo. La elevación de la temperatura durante el proceso de pudrición puede incluso quemar las plantas (Trinidad, 1987).

Normalmente se aplican cantidades de 34 t /ha hasta 90 t /ha en algunos cultivos, las aplicaciones se pueden diferir en varios años; sin embargo la cantidad de estiércol al aplicar es función de los nutrientes que contienen los diferentes estiércoles (Hubbel, 1983; Menéndez, 1987).

La aplicación de estiércol no afecta la composición botánica de praderas (gramíneas, tréboles y otras hierbas), encontrándose 57% de gramíneas sin aplicación de estiércol contra 58% con aplicación, 17% a 24% en tréboles y de 26% a 18% en otras especies forrajeras sin y con aplicación. En primeros estudios se ha reportado un efecto favorable del estiércol en el porcentaje de leguminosas en una pradera. El aporte de minerales que faltan en el suelo afecta la influencia del estiércol sobre las leguminosas, sin embargo, continúan las controversias en relación a la aplicación de abonos orgánicos en praderas. (Voisin. 1974).

Chilon (1997), Indica que para abonos orgánicos comúnmente utilizados, los métodos de aplicación son los siguientes: Distribución uniforme sobre la superficie del suelo (al voleo), por aspersión de bioliquidos en las plantas, abonamiento localizada por golpes, abonamiento circular y abonamiento en surcos.

Aquino (1999), menciona para zonas alto andinas, las dosis usuales de abonamiento orgánico con estiércoles para mantenimiento, mejoramiento y recuperación de praderas alto andinas que varían entre 3 y 20 t /ha/año para los estiércoles de ovino, llama y alpaca.

Flores (2005), indica que la fertilización de los pastos cultivados es recomendable, ya que las leguminosas responden positivamente a la aplicación de fósforo, el cual presenta un movimiento limitado y describe la extracción de elementos nutritivos por algunas especies forrajeras de gran difusión en el altiplano; por ejemplo, el trébol blanco para producir 5 toneladas de materia seca requiere de (196 - 50 - 170) de NPK.

(Villalta, 1981) no encontró diferencias significativas en la producción de materia seca de trébol blanco sometidas a niveles de abonamiento orgánico de ovino de 5 y 10 t /ha, donde los rendimientos fueron de 2.2 y 2.9 t /ha de materia seca.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Oruro, provincia Sajama, comunidad de Cosapa perteneciente al municipio de Turco, entre las coordenadas 18° 10' 00" de latitud Sur y 68° 10' 00" de longitud oeste, a una altitud de 4000 msnm. Limita al norte con el municipio de Curahuara de Carangas, el cantón de Turco al sur y este, al oeste con el cantón Chachacomani (Anexo 3).

3.2. Descripción agro ecológica

3.2.1. Características climáticas

La comunidad de Cosapa presenta dos tendencias climáticas; la época húmeda que corresponde a los meses de diciembre a abril con significativas precipitaciones pluviales, granizadas y cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche. Mientras la época seca, presenta escasas precipitaciones, frecuentes heladas que se prolongan hasta tempranas horas del día congelando ciénegas y lugares húmedos en bofedal, comprende los meses de mayo hasta noviembre con mayor intensidad en los meses de junio hasta agosto. También existe la ocurrencia de uno o dos precipitaciones de nevada, generalmente entre mayo y junio.

Las inclemencias que más dañan al sector son las fuertes lluvias, granizadas esporádicas que pueden provocar inundaciones principalmente en el mes de febrero. Los rayos provocan muerte en los animales incluso a las personas. Las heladas que se presentan en los meses de enero y febrero ocasionan pérdidas en la producción agrícola y queman los pastizales, este fenómeno afecta más a las zonas de planicie o pampa. La nevada ocasiona la degradación de pastizales para el ganado causando la muerte en muchos casos y la sequía afecta a la flora y fauna

con la disminución de especies y su consiguiente efecto negativo en la producción agropecuaria y su impacto en el medio ambiente (SENAMHI, 2008)

Los datos de precipitación pluvial fueron tomados de la Estación Meteorológica Climática de Cosapa (SENAMHI, regional Oruro), por ser la más próxima al lugar experimental. Según la figura (1), la mayor precipitación se dio en el mes de febrero con registros de 122 mm, disminuyendo paulatinamente en los meses siguientes, así en marzo asigna 89,4 mm y en abril 46,8 mm, mayo, julio y noviembre son los meses en el que no hay precipitación. La precipitación pluvial media mensual se muestra en el (Anexo 4), el total acumulado anual fue de 326,6 mm. La precipitación media anual durante los últimos cinco años varió de 310 a 370 mm. La humedad relativa promedio anual fue del 53%.

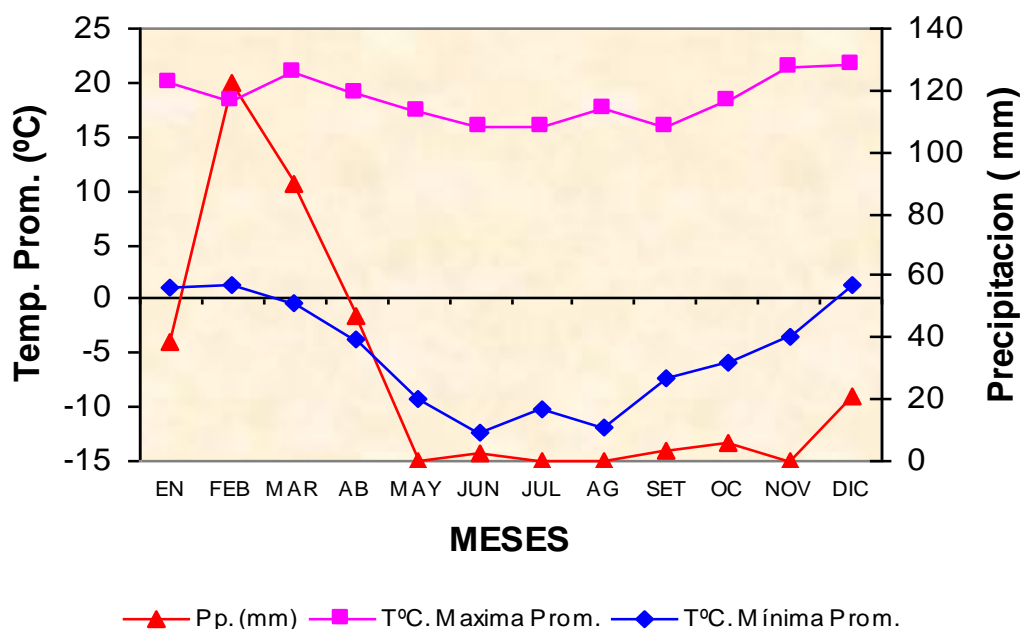


Figura 1. Comportamiento climático, durante el ensayo en Cosapa

La oscilación de temperaturas máximas, mínima y media mensual del año 2008, se presenta en el (Anexo 4), según los cuales las temperaturas medias mas altas se presentaron en los meses de noviembre y diciembre con 21,4°C y 21,7°C, las temperaturas medias mas bajas se presentaron en los meses de junio y julio con

16°C y 15,8°C provocado básicamente por las temperaturas mínimas que se registraron en estos meses con registros de – 12,4°C y – 10,1°C en ambos meses.

3.3. Descripción fisiográfica, edáfica y recursos hídricos

La fisiografía es variable, que comprende una topografía accidentada y plana, con la presencia de rocas y zonas arenosas, en la cual existe una gran diversidad de flora y fauna, dándole un ecosistema variable y diverso. La diversidad de tholares, praderas nativas y bofedales, son elementos esenciales para la nutrición de animales domésticos y silvestres.

El suelo es franco arenoso, la profundidad de la capa arable varía de 10 a 15 cm, con escasa materia orgánica (cuadro 2). El pH es de 6,9, lo que implica que es un suelo neutro, el cual favorece el desarrollo de la vegetación exclusivamente de pasturas naturales, aptas para el ganado camélido sudamericano. Se observa una desertificación, como consecuencia del sobre pastoreo. Según la clasificación del Soil Taxonomy, este suelo corresponde al orden Entisol, proveniente de materiales volcánicos, de muy poco o escaso desarrollo, relativamente jóvenes.

Cuadro 2. Principales características físicas y químicas de bofedal

TEXTURA	% MO	% N	% P DISPONIBLE	MEQ/100 G SUELO K CAMBIABLE	PH	PROF. CM
Franco Arenoso	3,21	0,16	5,58	0,46	6,9	10

Fuente: Asociación Integral de Ganaderos de los Andes Altos (AIGACAA).

Como recurso hídrico en el sector se encuentra la Subcuenca del río de Cosapa que nace en la región de Curahuara de Carangas y alimentado por los ríos Tomorapi, Palkoma e Iskillni en su recorrido es alimentado por río Collpa Jahuirra (río Turco).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Material y equipos

4.1.1. Material Experimental

4.1.1.1. Bofedal

Para la realización del presente trabajo se eligió un área de 4500 metros cuadrados de bofedal, en la comunidad de Cosapa, cuyas características más resaltantes se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características del bofedal del área experimental

Características de bofedal	Bofedal de estudio
Extensión (ha)	4 500 m ²
Pendiente del terreno	Ligeramente inclinada
Relieve	Estructurado
Clase de suelo	Hidromorfo
Tipo de bofedal	Bofedal Porque – Chillihuar
Especie vegetal dominante	<i>Calamagrostis rigescens</i>
Especie vegetal codominante	<i>Hipochoeris atenocephala</i> , <i>Calamagrostis rigescens</i> y <i>Festuca dichidifolia</i>
Uso	Pastoreo para alpacas
Riego	Permanente

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Material Vegetal

Se utilizó semillas de Trébol blanco, proveniente de Nueva Zelanda. La procedencia y densidad de siembra se detallan en el *Cuadro 4*.

Cuadro 4. Semilla a ser estudiada, procedencia y densidad de siembra.

Nro.	Variedad	Densidad de siembra (kg/ha)	Procedencia
1	Huía	4	Nueva Zelanda

4.1.2. Material y equipos de campo

a) Para el estudio de suelo

- Picotas
- Palas
- Wincha
- Formulario de descripción de perfiles

b) Para realizar la clausura del bofedal

- Piedra
- Picotas
- Barreno
- Carretilla

c) Para demarcación de parcelas y apertura de hoyos para la siembra

- Cuadernillo de campo
- Flexómetro
- Wincha
- Palas
- Estacas
- Letreros

d) Para abonamiento de bofedal

- Abono fermentado de llama

Cuadro 5. Análisis del estiércol de llama

Estiércol de Corral	%MO	%N	%P (P ₂ O ₅)	% K (K ₂ O)	%MS	%H
Llama	6,25	1,02	0,55	1,08	86	14

Fuente: Asociación Integral de Ganaderos de los Andes Altos (AIGACAA).

e) Para medir la producción forrajera

- Cuadrante metálico de 0,5 m x 0,5 m
- Cuchillo o tijera podadora
- Croquis del experimento con las unidades de muestreo
- Balanza de campo de 5 kg
- Bolsas de polietileno
- Bolsas de papel para la estufa
- Cámara fotográfica

4.1.3. Material de laboratorio

- Balanza comercial
- Balanza de precisión
- Horno eléctrico
- Planilla de registros

4.1.4. Material de gabinete

- Equipo de Computación

- Material de escritorio
- Material bibliográfico
- Paquete estadístico
- Planilla de registros
- Fotografías
- Calculadora

4.1.5. Infraestructura productiva

Ahijadero de piedra: de forma rectangular, el muro de protección de piedra, acabado rustico de altura de 1,20 metros.

4.2. Métodos

4.2.1. Diseño Experimental

Para la evaluación del trabajo y de acuerdo a las características del ensayo, se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones ordenados en cuatro bloques, tal como se asigna en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución de tratamientos y niveles de abonamiento

Estiércol fermentado	Código	Tratamiento
Llama	T1	0 t /ha
	T2	4 t /ha
	T3	8 t /ha
	T4	12 t /ha

El modelo estadístico utilizado es el siguiente (Reyes 1978):

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media General del experimento

B_j = Efecto del J-ésimo bloque

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (niveles de abonamiento orgánico)

E_{ij} = Error experimental

Los efectos de los tratamientos se evaluaron mediante un análisis de varianza utilizando el programa estadístico SAS. 8e.

4.2.2. Características del campo experimental

Nombre	Dosis	Clave
Testigo	0 t /ha	A
Estiércol de llama	4 t /ha	B
Estiércol de llama	8 t /ha	C
Estiércol de llama	12 t /ha	D
Repeticiones		4
Tratamientos		
Largo		2,50 m
Ancho		1,75 m
Área		4 375 m ²

Surcos por tratamiento	5
Largo	1,75 m
Ancho	0,50 m
Plantas por surco	8
Calles	6
Campo experimental:	
Largo	18 m
Ancho	6 m
Área total	108 m ²
Área útil	70 m ²

4.3. Procedimiento experimental

4.3.1. Monitoreo de parcelas experimentales

Para iniciar el trabajo de investigación, se realizaron actividades de coordinación y revisión documental. Posteriormente se efectuaron trabajos de reconocimiento, monitoreo del área del bofedal elegido, con el propósito de tener conocimiento de las características ecológicas, topográficas del sitio, procediéndose a la delimitación y evaluación ocular del tipo de bofedal estudiado.

4.3.2. Características del Bofedal

Las características del bofedal, para realizar el trabajo de investigación cuenta con riego permanente con pendiente ligeramente inclinada para que el agua no pueda discurrir rápidamente, con especies predominantes del lugar (Cuadro 3), el pH del

agua que riega estos bofedales es ligeramente alcalino (7,5), el suelo de textura franco - arenoso.

4.3.3. Construcción de ahijadero

Conjuntamente con el grupo de productores del lugar, se construyó un ahijadero^(*) de piedra, de forma rectangular con las siguientes medidas: 6 metros de ancho, 18 metros de largo y la altura de muro 1,20 metros, con la finalidad de brindar protección del ganado durante el desarrollo del cultivo, al mismo tiempo protege al forraje de las heladas y vientos fuertes (Anexo 14, Foto 2).

4.3.4. Demarcación de la parcela experimental

Se efectuó el demarcado de las parcelas dentro del bofedal, de acuerdo al diseño y el croquis de campo (Anexo 5), considerando principalmente las distancias entre tratamiento y los pasillos, se realizó el mismo día de la siembra. (Anexo 14, Foto 3)

4.3.5. Abonamiento orgánico con estiércol de llama

El guano de llama se trasladó en sacos de polietileno a las parcelas de bofedal, amontonadas a una distancia de tres metros de montón a montón en el terreno. Inmediatamente se distribuyó en forma uniforme por todo el terreno, de acuerdo a los tratamientos que fueron: T1) 0,0 t /ha de estiércol de llama, T2) 4 t /ha de estiércol de llama, T3) 8 t /ha de estiércol de llama, T4) 12 t /ha de estiércol de llama, luego se procedió a regar con agua, para favorecer la descomposición del estiércol y ser asimilado por la vegetación (Anexo 14, Foto 5).

* Ahijadero o porta es un área cercada en la pradera nativa, de material local, piedra, tapial de tierra, tepes de suelo, cuya función es de reservar la vegetación para épocas estratégicas, para pastoreo de animales.

4.3.6. Siembra directa de trébol blanco sobre bofedal

La siembra se realizó el 20 de Diciembre del 2007, al inicio de las primeras lluvias, para ello se utilizo una densidad de siembra de 4 kilogramos por hectárea de trébol blanco, variedad Huía.

La siembra de trébol blanco sobre el bofedal, se realizo por golpes (hoyos), con una picota de boca ancha, se aflojo el suelo del bofedal a modo de hoyos superficiales (5 cm) de profundidad. La distancia entre hoyos fue de 50 centímetros. La siembra se efectuó colocando 6 semillas de trébol blanco por hoyo. Luego se procedió a cubrir la semilla con una capa de arena fina de río, de un espesor de 1 cm de altura (Anexo 14, Foto 4).

4.3.7. Manejo del bofedal mejorado

En el transcurso del establecimiento del trébol blanco, las labores culturales efectuadas fueron las siguientes:

Para el establecimiento del bofedal mejorado con trébol blanco, fue necesario aplicar riego por inundación, con un caudal de 5 litros/segundo/día, cuya frecuencia fue de 7 días y lamina de riego permanente. El riego se realizo a partir de la siembra, del 20 de Diciembre 2007 hasta abril de 2009. Cortándose el mismo en los meses de mayo a agosto del 2008, por ser meses con fuertes e intensas heladas.

Durante el establecimiento del trébol blanco sobre el bofedal, se procedió a clausurar durante 17 meses, para evitar daños en el proceso de crecimiento y de esa manera garantizar un alto porcentaje de germinación.

4.4. Variables de estudio

Según los objetivos planteados y tomando en cuenta las recomendaciones propuestas para la Investigación en Forrajes por (Meneses y Rodríguez, 2000), las variables evaluados fueron las siguientes.

4.4.1. Altura de planta

Se registro la altura desde la base del cuello (corona) hasta el punto más alto de la planta sin estirar, para ello se tomaron 5 lecturas al azar de la parte central de cada tratamiento, las mediciones se registraron en centímetros utilizando un flexómetro en el mismo día de la cosecha en la planilla de datos (Anexo 6).

Según Robles (1990), menciona que la determinación de la altura de planta es un indicador de la producción y la obtención de biomasa de forraje, principalmente utilizado en las especies forrajeras perennes como anuales para su evaluación.

4.4.2. Rendimiento en materia verde

El momento oportuno para el corte del trébol se realizo en el inicio de la floración a 5 cm de la base para favorecer el rebrote, lo cual consistió en corte directo en un área de 0,50 m x 0,50 m y se procedió al pesaje de la biomasa que se expreso en g/m² (Anexo 6).

4.4.3. Rendimiento en materia seca

En bofedal clausurado, se procedió a cortar el forraje de un área de 0,50 m x 0,50 m, de forma aleatoria tomando la parte central de cada parcela al cabo de 17 meses (Diciembre del 2007 hasta abril del 2009), se efectúo tres lecturas de cada tratamiento (Anexo 6). Luego se procedió al cuarteo de las muestras hasta un peso

de 250 gramos de materia verde, estas muestras se llevaron a una mufla a 65°C, por 48 horas, en el laboratorio del proyecto SUMA UMA, posteriormente se determinó la materia seca, empleando la fórmula siguiente:

$$\% MS = \frac{MS}{MV} \times 100 \%$$

Donde:

$\% MS$ = Porcentaje de rendimiento en materia seca

MS = Peso de la muestra secada en la mufla

MV = Peso de la muestra de forraje verde antes de llevar a la mufla

Posteriormente con los datos de rendimiento en materia verde (MV) se efectuó la multiplicación con el porcentaje de materia seca (% MS) y finalmente dividirlos entre 100, de esa manera se obtuvo el rendimiento de materia seca expresado en kg/ha.

$$MS = \frac{MV \times \% MS}{100 \%}$$

4.4.4. Cobertura

Para determinar la superficie cubierta se utilizó un marco de madera de 1 m² cuadrado en cuadrados de 0,2 m x 0,2 m, se registró en porcentaje por m² (Anexo 6), el marco reticulado se colocó en los surcos centrales (para evitar el efecto de bordura) de los tratamientos correspondientes. La cobertura se estimó de forma subjetiva según la proporción aparente en que el pasto cubría el área.

$$\% Cobertura = \frac{TAC}{25} \times 100 \%$$

Donde:

TAC = Total de Área Cubierta

25 = Numero de cuadrados en 1 m²

4.4.5. Proteína Bruta

La determinación del porcentaje de proteína se realizó a partir del análisis bromatológico por el Método Microkhejdall en el Instituto Nacional de Laboratorios de Salud “Néstor Morales Villazón” (INLASA), dependiente del Ministerio de Salud y Deportes, para lo cual se pesó 100 gramos de muestra del forraje por cada tratamiento.

4.5. Análisis Económico

Para la presentación del análisis económico se procedió de acuerdo con los lineamientos establecidos en el manual metodológico de Evaluación Económica quien establece la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, propuestos por el Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT (1988).

El procedimiento general del análisis económico consistió en:

1. Recolección de datos en los registros de campo que contiene costos de mano de obra, insumos y transporte (anexo 7).
2. Costos Variables (CV): Para cada tratamiento se determinó sumando los costos de mano de obra, insumos y transporte asignados en el anexo 11.
3. Cálculo de Beneficio Neto y relación Beneficio/Costo: Se elaboró de la siguiente manera:
 - a) Los Rendimientos se ponderan a kg/ha y los Ingresos Brutos a Bs./ha
 - b) Al rendimiento en kg/ha se le disminuyó el 10% para tener un rendimiento más real

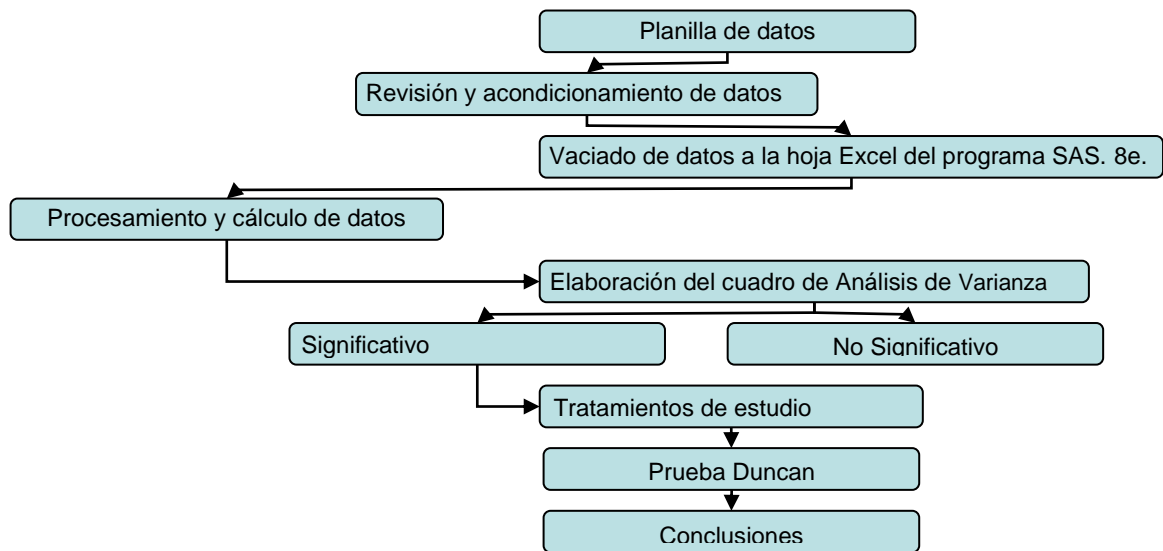
- c) Ingreso Bruto (Bs./ha): Se obtuvo de multiplicar el Rendimiento ajustado por el precio del forraje. $IB = \text{Rendimiento ajustado} \times \text{Precio del forraje}$
- d) Beneficios Netos (Bs./ha): Se obtuvo de restar el Ingreso Bruto de los costos variables o costos de producción. $IN = IB - CP$
- e) Beneficio Costos: Se determina dividiendo el Ingreso Bruto con los Costos de Producción. $BC = \frac{IB}{CP}$
- f) Se realizó el análisis de dominancia ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían, siendo que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos
- g) La Tasa de Retorno Marginal se determinó mediante la relación de Beneficio Neto Marginal (Aumento en beneficios netos) dividido por el Costo Marginal (Aumento en los costos que varían), expresado en porcentaje.

$$TRM = \frac{BNM}{CM} \times 100\%$$

4.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo, se registraron en las planillas correspondientes, luego vaciados en una hoja Excel, para luego ser procesados con el Programa Estadístico SAS.8e., para su respectivo procesamiento y posterior análisis e interpretación. Los pasos realizados para el tratamiento de datos de las parcelas experimentales se muestra en la figura 2.

Figura 2. Flujograma para manejo de datos registrados en el trabajo de campo



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Altura de planta

5.1.1. Análisis de Varianza para altura de planta

De acuerdo al Análisis de Varianza (cuadro 7), para altura de planta; a un nivel de significancia del 5%, el enfoque entre bloques no presenta ninguna diferencia significativa, este valor significa que el material vegetal utilizado y las características del suelo no presentaron variaciones. Sin embargo entre tratamientos (niveles de abonamiento orgánico) presenta diferencia altamente significativa.

Cuadro 7. Análisis de Varianza, altura de planta a cuatro niveles de abonamiento orgánico en trébol blanco.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)	Ft (1%)
Bloques	3	1,398 219	0,466 073	0,18ns.	3,86	6,99
Niveles de Abonamiento	3	1 003,933 769	334,644 590	126,39**	3,86	6,99
Error	9	23,828 506	2,647 612			
Total	15	1 029,160 494				

$$CV = 10,03\%$$

El coeficiente de variación del 10,03% está dentro de los márgenes estadísticos esperados, lo cual indica que los datos son confiables ya que este valor es menor al 30%, que es el rango permitido (Calzada, 1970).

Cuadro 8. Prueba DUNCAN, altura de planta para abonamiento orgánico en trébol blanco.

Niveles de Abonamiento	T4 (12 t /ha)	T3 (8 t /ha)	T2 (4 t /ha)	T1 (0 t /ha)
Promedio (cm)	28,58	17,42	11,08	7,83
DUNCAN (5%)	A	B	C	D

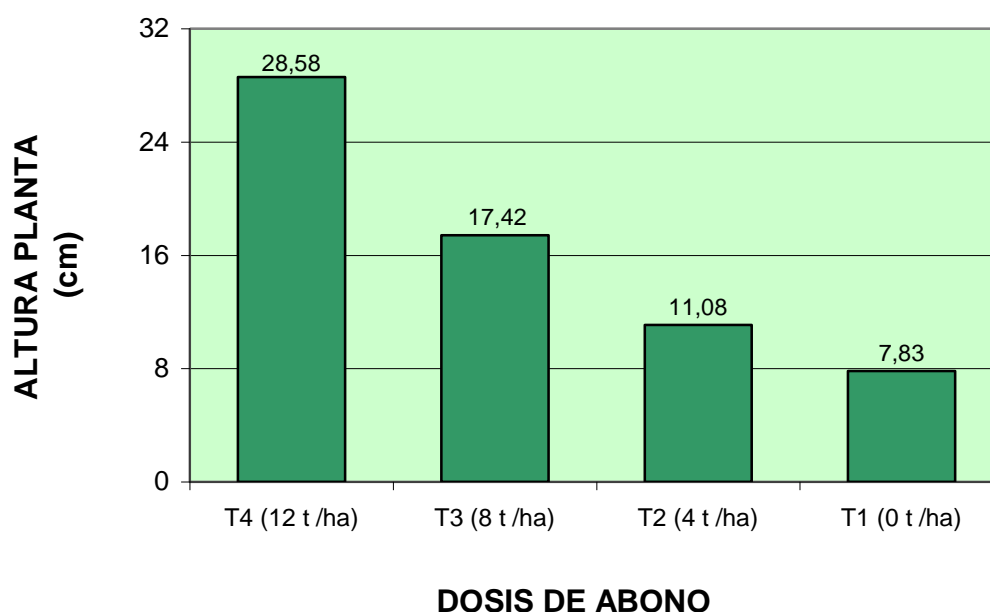


Figura 3. Promedio altura planta de trébol blanco, para abonamiento orgánico

En relación al cuadro 8, mediante la prueba de rango múltiple DUNCAN a un nivel del 5% de probabilidad estadística, refleja diferencia significativa para el T4 con respecto a los demás tratamientos, de igual forma el T3 manifiesta diferencia significativa frente al T2 y T1 y por último el mismo comportamiento refleja entre los dos últimos tratamientos en estudio. Siendo que la altura de planta a la aplicación de diferentes niveles de abonamiento es distinta de un tratamiento a otro.

Según la figura 3, muestra que a la aplicación de abonamiento orgánico a un nivel de 12 t /ha la altura de planta alcanzada fue de 28,58 cm, siendo superior a 17,42 cm cuando se aplicó 8 t /ha de materia orgánica, mientras que la incorporación de 4

t /ha genera 11,08 cm que es inferior a los dos anteriores tratamientos, sin embargo lleva ventaja sobre 7,83 cm, logrado por 0 t /ha, donde no se aplicó ninguna dosis de enmienda orgánica. El trébol blanco (*Trifolium repens*), muestra una alta respuesta a la aplicación de fertilización orgánica en los bofedales, donde la variación en altura de planta se evidencia y es notoria para los diferentes tratamientos aplicados durante el ensayo.

Las condiciones ambientales existentes durante el alargamiento del tallo ejercieron una notoria influencia sobre la altura de la planta. Evans (1983), menciona que la altura definitiva de la planta es el resultado final de la influencia que ejerce el conjunto de factores como la humedad, nutrición, temperatura y horas luz.

Al respecto Flores, A. (2005), en el establecimiento del trébol blanco (*Trifolium repens*) en los bofedales en el sector de la Sierra del Perú, ha demostrado ser una excelente alternativa forrajera, alcanzando como promedio entre 25 a 30 cm, en altura de planta, momento oportuno para el pastoreo, dicha mensura guarda cierta similitud con 28,58 cm, al incorporar 12 t /ha de abono orgánico en el presente trabajo de investigación.

Por su parte, Silva, P y Lozano (1994), indican que esta especie leguminosa germina rápidamente y crece con gran velocidad durante la fase de establecimiento, hecho que la constituye en una especie fuertemente competitiva para las demás especies existentes en el lugar.

Según Teuber (1999), indica que la presencia del *Trifolium repens*, entre los diferentes tipos de pradera, puede deberse a las características del crecimiento rastrero de sus estolones, las cuales se ven afectados por la falta de luz causada por la competencia de otras especies presentes, principalmente las gramíneas por su desarrollo erecto.

5.2. Materia Verde

5.2.1. Análisis de Varianza para materia verde en (kg/ha)

El análisis de Varianza (cuadro 9), efectuado para el rendimiento de Materia Verde; estadísticamente refleja diferencia no significativa entre bloques, para un nivel de significancia del 5%, lo que indica que presentan características homogéneas entre las repeticiones, por el contrario el comportamiento entre tratamientos (niveles de abonamiento) es altamente significativa.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para cuatro niveles de abonamiento rendimiento de materia verde del trébol blanco.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)	Ft (1%)
Bloques	3	2 058 692,0	686 230,7	0,86 n.s	3,86	6,99
Niveles de Abonamiento	3	870 041 157,0	290 013 719,0	362,64 **	3,86	6,99
Error	9	7 197 607,4	799 734,2			
Total	15	879 297 456,4				

C.V. = 6,25%

El coeficiente de variación del 6,25% está dentro de los márgenes estadísticos esperados, lo cual indica que los datos son confiables, por encontrarse por debajo del 30% que es el rango permitido (Calzada, 1970).

Cuadro 10. Prueba DUNCAN, para el rendimiento de materia verde.

Niveles de Abonamiento	T4 (12 t /ha)	T3 (8 t /ha)	T2 (4 t /ha)	T1 (0 t /ha)
Promedio	25 578,13	15 854,17	9 546,88	6 218,75
DUNCAN (5%)	A	B	C	D

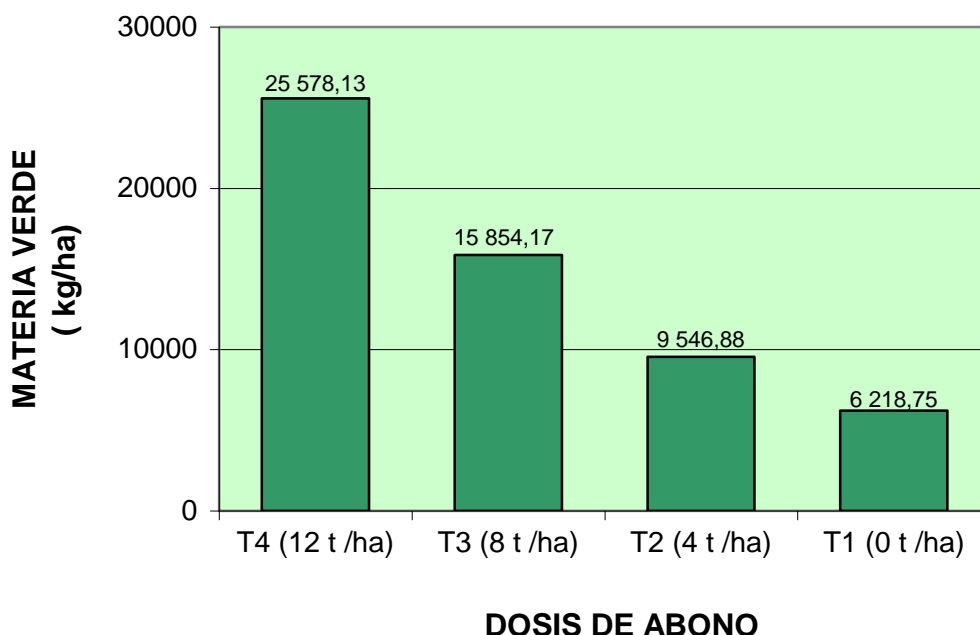


Figura 4. Comparación promedios en el rendimiento de materia verde del trébol blanco, bajo cuatro niveles de fertilización orgánica

Según el cuadro 10, realizada la prueba de rango múltiple, para rendimiento de materia verde del trébol blanco, el T4 refleja diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos en estudio, de la misma forma el T3 manifiesta diferencia estadística respecto a los T2 y T1, y finalmente el mismo comportamiento muestra los dos últimos tratamientos entre sí.

Según la figura 4, el mayor rendimiento en materia verde es 25 578,13 kg/ha al incorporar 12 t /ha de abono orgánico; mientras que el abonamiento con 8 t /ha de estiércol genera un rendimiento en materia verde de 15 854,17 kg/ha, dicha producción va disminuyendo hasta llegar a 9 546,88 kg/ha cuando se aplica 4 t /ha de estiércol y finalmente el rendimiento se reduce mucho mas hasta llegar a 6 218,75 kg/ha cuando no se aplica ninguna dosis de abonamiento orgánico (0 t /ha), considerado tratamiento testigo

Choque, J. (2005), en trabajos realizados en praderas peruanas donde asocia el trébol blanco con el rye grass sobre pastizales, señala que se puede alcanzar una buena producción de biomasa forrajera al año del establecimiento, logrando rendimientos de 8 321,82 kg/ha en forraje verde cuando se siembra en hoyos, en cambio cuando la siembra se realiza por voleo el rendimiento llega a 8 090,43 kg/ha de materia verde, estos rendimientos superan lo alcanzado por el T1 (6 218,75 kg/ha) cuando no se aplicó ningún nivel de abonamiento, y mas bien se acerca al rendimiento logrado por el T2 (9 546,88 kg/ha) cuando se aplicó 4 t /ha de estiércol.

Según Smethan (1994), la reducción del rendimiento de materia verde cuando el trébol se siembra con especies asociadas se debe a la competencia por luz, nutrientes y humedad liberada entre todos los componentes de la pastura. Por esta razón, la contribución del trébol en las praderas mixtas depende de la agresividad de la gramínea acompañante. El trébol blanco tiene la capacidad de recuperarse del corte o pastoreo muy rápidamente, si no es sometido a condiciones de estrés hídrico, ya que es muy susceptible.

Además, PRODASA (1993), menciona que en un cultivo asociado de trébol blanco y rye grass en la comunidad de Apopata al año de instalación sobre suelo preparado con una densidad de siembra de 6 t /ha y en el primer corte, obtuvo un rendimiento de 22 600 kg/ha en forraje verde, valor que supera al rendimiento registrado por el T3 (15 854,17 kg/ha) pero superado por el rendimiento del T4 (25 578,13 kg/ha). Además en la misma comunidad pero mediante siembra directa generaron un rendimiento de 7 400 kg/ha en materia verde, valor que es superior al obtenido por el T1 (6 218,75 kg/ha) pero menor al registrado por el T2 (9 546,88 kg/ha).

5.3. Materia Seca

5.3.1. Análisis de Varianza para rendimiento de materia seca (kg/ha)

Según el (cuadro 11), el Análisis de Varianza para el rendimiento de materia seca, evidencia diferencias no significativas entre bloques a un nivel de significancia del 5%, esto indica que el material vegetal utilizado y las características propias de los bofedales no presentaron muchas variaciones.

Sin embargo entre tratamientos (dosis de abonamiento), se establece diferencia altamente significativa, lo cual manifiesta que a medida que va aumentando la dosis también incrementa paulatinamente el rendimiento de materia seca.

Cuadro 11. Análisis de Varianza en el rendimiento de materia seca (kg/ha)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)	Ft (1%)
Bloques	3	117 750,38	39 250,13	0,82 ns.	3,86	6,99
Niveles de Abonamiento	3	54 374 080,88	18 124 693,63	377,43 **	3,86	6,99
Error	9	432 186,62	48 020,74			
Total	15	54 924 017,88				

C.V. = 6,15%

El coeficiente de variación del 6,15% está dentro de los márgenes estadísticos esperados, lo cual indica que los datos son confiables, por encontrarse por debajo del 30% que es el rango permitido (Calzada, 1970).

Cuadro 12. Prueba DUNCAN, para rendimiento de materia seca

Niveles de Abonamiento	T4 (12 t /ha)	T3 (8 t /ha)	T2 (4 t /ha)	T1 (0 t /ha)
Promedio	6 382,92	3 950,42	2 385,85	1 536,72
DUNCAN	A	B	C	D

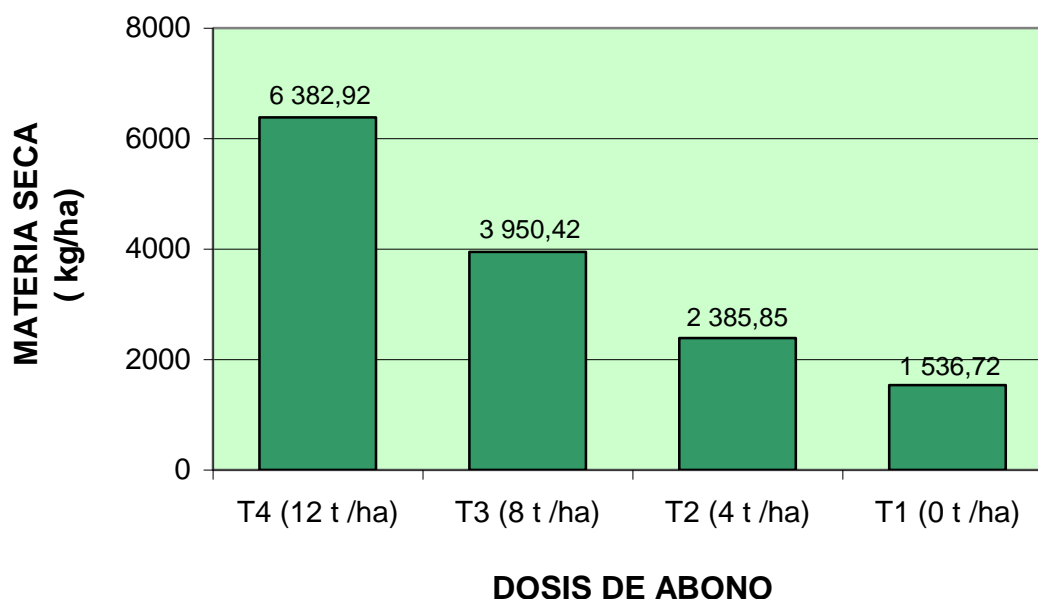


Figura 5. Comparación de promedios en rendimiento materia seca del trébol blanco, bajo fertilización orgánica.

Según el cuadro 12, al realizar la prueba de rango múltiple DUNCAN a un nivel del 5% de probabilidad estadística, se asume que el T4 refleja diferencia significativa en relación a los demás tratamientos en estudio, por su lado el T3 de la misma manera evidencia diferencia estadística con respecto a T2 y T1, finalmente el mismo comportamiento muestra los dos últimos tratamientos entre sí.

Según la figura 5, la aplicación de 12 t /ha de materia orgánica produce 6 382,92 kg/ha de materia seca siendo uno de los mejores rendimientos respecto a 3 950,42

kg/ha cuando se abona con 8 t /ha de estiércol, sin embargo al incorporar 4 t /ha de enmienda orgánica el rendimiento disminuyo a 2 385,85 kg/ha y finalmente cuando no se realizo ningún tipo de abonamiento (0 t /ha), el rendimiento de materia seca disminuyo a 1 536,72 kg/ha.

Al respecto, Catalán, G.P. (2007); en un trabajo realizado sobre la fertilización en tres tipos de pradera húmeda en Chile, al aplicar 30 kg N/ha y 100 kg P₂O₅/ha, obtuvo 3 534 kg de MS/ha, dicho rendimiento es superado por el T3 logrando 3 950,42 kg de MS/ha, mientras las praderas no fertilizadas generaron 350 kg de MS/ha cifra que es inferior a 1 536,72 kg de MS/ha logrado por el T1 cuando no se aplico ningún tipo de abonamiento.

Además Oswaldo, E. (2006), señala que la cantidad de nitrógeno fijado esta directamente relacionado con la producción de materia seca de la leguminosa, ya que en promedio las leguminosas como el trébol blanco fijan 30 kg/ha de Nitrógeno/t de materia seca producido.

Covacevich, C. (2006), en trabajos realizados en las praderas del Sector húmedo de Magallanes en Uruguay, al establecer Trébol blanco (*Trifolium repens*) alcanzaron en condiciones experimentales hasta 320 fardos por hectárea o sea unos 8 000 kg de MS/ha, este rendimiento lleva cierta ventaja frente a 6 382,92 kg de MS/ha logrado por el T4 al aplicar 12 t /ha de estiércol, en el presente trabajo de estudio.

Según Choque, J. (2005), en trabajos realizados en praderas alto andinas del Perú, donde realizó la asociación de rye grass y Trébol blanco (*Trifolium repens*), obtuvo una buena producción forrajera siendo los rendimientos de 2 773,94 kg/ha de materia seca cuando se siembra en hoyos, mientras que por la siembra al voleo el rendimiento fue de 2 696,81 kg/ha de materia seca, dichas producciones superan lo obtenido por el T2 y T1 en el presente trabajo de estudio.

Por su parte, Benavides (2001), en trabajos realizados en los pastizales de las zonas alto andinas; más específicamente en la pradera húmeda de “Chilliguar” incorporando 2 kg de semilla del trébol blanco, mas 60 kg de fósforo, el rendimiento de materia seca incrementó de 600 kg/ha a los 2 500 kg /ha luego de dos años de clausura, dicha producción supera ampliamente el rendimiento de 1 536,72 kg de MS/ha, logrado por el tratamiento T1 donde no se aplico ningún nivel de abonamiento.

El mismo autor señala, que en otro trabajo realizado en el altiplano de Puno – Perú bajo riego, de trébol blanco asociado con rye grass, alcanzó rendimientos de 13 100 kg de MS/ha acumulado al año, dicha cifra supera a los cuatro tratamientos en rendimiento de materia seca en el presente trabajo de investigación.

PRODASA (1993), menciona que en un trabajo realizado en la comunidad de Apopata en cultivo asociado de trébol blanco y rye grass al año de instalación sobre suelo preparado con una densidad de siembra de 6 t /ha y en el primer corte, obtuvo un rendimiento de 5 800 kg/ha de materia seca y en siembra directa 1 900 kg/ha de materia seca, estos valores son menores a los registrados por T4 (6 382,92 kg/ha) y T2 (2 385,85 kg/ha).

5.4. Porcentaje de cobertura

5.2.1 Análisis de Varianza para porcentaje de cobertura (%)

Según cuadro 13, el Análisis de Varianza efectuado para el porcentaje de cobertura; estadísticamente refleja diferencia significativa entre bloques a un nivel de significancia del 5%. Sin embargo, el comportamiento entre tratamientos (niveles de abonamiento), refleja diferencias altamente significativas.

Cuadro 13. Análisis de Varianza para porcentaje de cobertura y cuatro niveles de abonamiento orgánico.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)	Ft (1%)
Bloques	3	807,909 722	269,303 241	5,45 *	3,86	6,99
Niveles de Abonamiento	3	4 333,576 39	1 444,525 46	29,23**	3,86	6,99
Error	9	444,784 722	49,420 524 7			
Total	15	5 586,270 83				

C.V. = 13,71%

El coeficiente de variación del 13,71% está dentro de los márgenes estadísticos esperados, lo cual indica que los datos son confiables, por encontrarse por debajo del 30% que es el rango permitido (Calzada, 1970).

Cuadro 14. Prueba DUNCAN, porcentaje de cobertura en trébol blanco

Niveles de Abonamiento	T4 (12 t /ha)	T3 (8 t /ha)	T2 (4 t /ha)	T1 (0 t /ha)
Promedio (t /ha)	71,08	59,75	47,58	26,67
DUNCAN (5%)	A	B	C	D

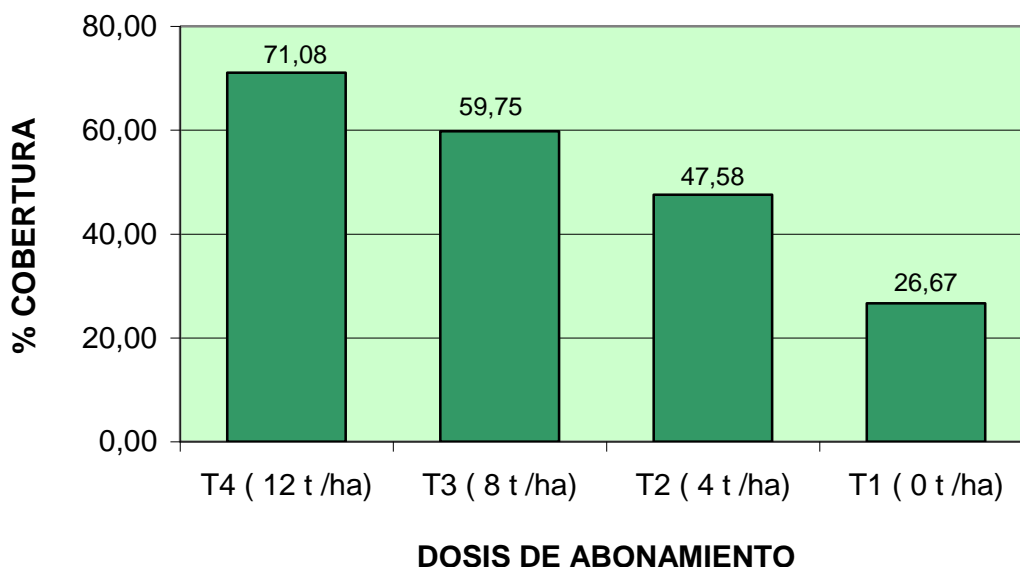


Figura 6. Comparación, porcentaje de cobertura con abonamiento orgánico en trébol blanco.

Según el cuadro 14, mediante la prueba de rango múltiple DUNCAN a un nivel del 5% de probabilidad estadística, realizado para porcentaje de cobertura, refleja diferencia significativa para el T4 con respecto a los otros tratamientos en estudio, por su lado el T3 evidencia diferencia estadística respecto a los T2 y T1, el mismo comportamiento muestra las dos últimos tratamientos entre sí.

Según la figura 6, con la incorporación de 12 t /ha de abono orgánico en bofedales, el porcentaje de cobertura registrado es del 71,08% siendo superior a 59,75% cuando se aplicó 8 t /ha de estiércol, sin embargo cuando la dosis de abonamiento se cambió a 4 t /ha el porcentaje de cobertura disminuyó a 47,58% y cuando no se aplica ninguna enmienda orgánica (0 t /ha), el porcentaje de cobertura disminuyó a 26,67% que está por debajo de los anteriores tratamientos en estudio.

La presencia de especies vegetales del lugar, predominantes en los bofedales conformadas por diferentes familias que van desde las Gramíneas, Ranunculáceas, Ciperáceas, Gentineláceas, Escropuláceas, Rosáceas, Umbelíferas, ver (Anexo

13); incidieron para que el trébol blanco (*Trifolium repens*), no pueda cubrir todo el área de estudio, por efecto de competencia por nutrientes, luz, etc.

Por su parte Catalán, C.G. (2007), en un estudio realizado en la praderas húmedas de Chile, donde fueron sembradas el Trébol blanco (*Trifolium repens*); las cuales fueron fertilizadas con 30 kg N/ha; 100 kg. P₂O₅/ha y 28 kg K₂O/ha, las praderas abonadas generaron 26,33%, 29,2% y 2,9% de *Lolium perenne*, *B. valdivianus*, *H. lanatus* respectivamente mientras el 16% de cobertura vegetal corresponde a *Trifolium repens*, este valor esta por debajo de los porcentajes reportados en el presente trabajo de estudio. El mismo autor señala que el desarrollo de estolones, es afectado por la intensidad y por la calidad de la luz que llega de la pradera.

Según Smethan (1999), la reducción del rendimiento, cuando el trébol se siembra con especies asociadas se debe a la competencia por luz, nutrientes y humedad. Por esta razón, la contribución del trébol en las praderas mixtas depende también de la agresividad de la gramínea acompañante.

Por su parte Carambula (1981), señala que la siembra de trébol blanco en las praderas degradadas y deterioradas, permitió restituir la composición florística de las praderas, alcanzando a cubrir entre 40 a 85% de cobertura vegetal, creciendo en suelos relativamente pobres, con disponibilidad de humedad suficiente y cantidades adecuadas de fósforo, dicha cifra lleva cierta ventaja sobre 71,08% de cobertura, cuando se aplica 12 t /ha de estiércol.

5.5. Proteína Bruta

El análisis bromatológico de esta especie forrajera, se realizó en el Instituto Nacional de Laboratorios de Salud “Néstor Morales Villazón” (INLASA), dependiente del Ministerio de Salud y Deportes, con 100 gramos por cada contenido de muestra, determinándose el porcentaje de proteína por el método Microkhejdall.

La capacidad de acumulación y concentración del porcentaje de proteína bruta en el Trébol blanco, es un parámetro importante y determinante en la calidad nutritiva especialmente en leguminosas, al someter a un análisis bromatológico los tratamientos en estudio (Anexo 10), reflejan diferencias entre ellos tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. *Contenido de proteína bruta para tratamientos en estudio.*

Tratamiento	Contenido por 100 g de muestra	Método Utilizado
T1 (0 t/ha)	10	Microkhejdall
T2 (4 t/ha)	15	Microkhejdall
T3 (8 t/ha)	19	Microkhejdall
T4 (12 t/ha)	20	Microkhejdall

Fuente. Instituto Nacional de Laboratorios de salud “Nestor Morales villazón” (INLASA)

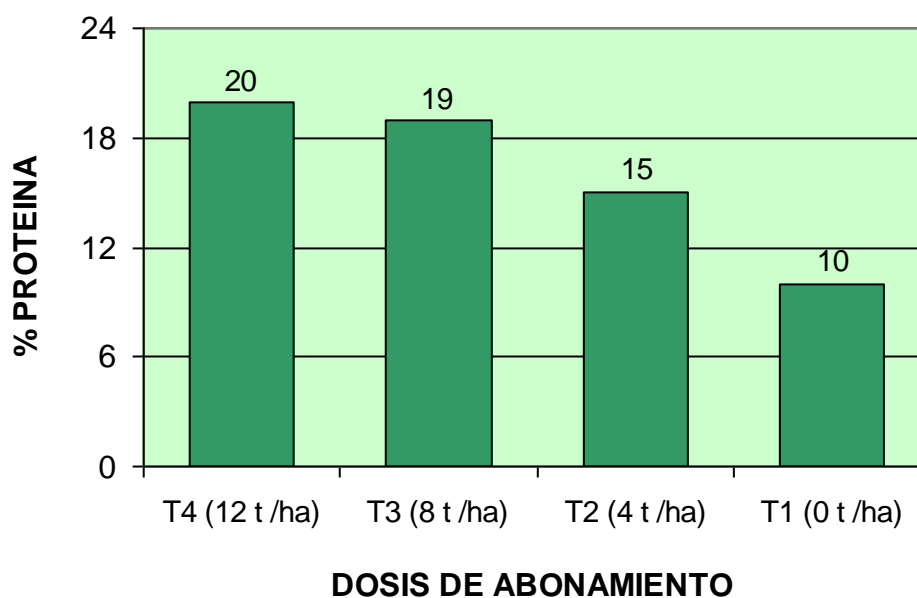


Figura 7. *Contenido proteínico para tratamientos en tres localidades.*

Según el cuadro 15 y figura 7, se aprecia que el porcentaje de proteína bruta para esta especie forrajera es variable, mediante el análisis en el laboratorio, se evidencia que el mayor porcentaje de proteína alcanzada corresponde a la aplicación de 12 t /ha de abono orgánico con 20% de proteína, seguido de 19% de proteína cuando se aplico 8 t /ha de enmienda orgánica, en cambio cuando se incorporo 4 t /ha la concentración de proteína disminuyo a 15% y por último cuando no se aplicó ninguna dosis de abono (0 t /ha), el contenido de proteína llega solamente a 10% cuyo valor es menor a los registrados en los anteriores tratamientos.

Al respecto, Covacevich (2006), señala que el valor nutritivo del trébol blanco es parecido al de alfalfa. En las praderas húmedas de Magallanes los datos reportados al realizar el análisis bromatológico en *Trifolium repens* corresponde al 20,5% de proteína cruda, dicho porcentaje es similar a 20% de proteína bruta logrado por el T4 cuando se aplicó 12 t /ha de abono orgánico y a la vez esta muy cerca del 19% de concentración proteínica alcanzado por el T3, cuando se incorporo 8 t /ha de estiércol en el presente trabajo de estudio.

Además Paterson y Aguirre (1982), en cultivos asociados de trébol blanco y rye grass encontraron del 15 al 20% de proteína bruta en praderas sometidas a labranza mecanizada en época seca, por lo que sostuvieron que estas asociaciones soportan buenos niveles de producción animal, estos valores son similares al porcentaje de proteína bruta obtenidos por los tratamientos T2 (20%), T3 (19%) y T4 (15%).

Según Milford y Minson (1983) citados por Nogales (1991), establecieron un mínimo de 7,0% de proteína cruda en una asociación de leguminosas y el Pangola grass sometida a pastoreo, este valor es menor al registrado por el T1 (10%)

Chilon (1997), indica que el porcentaje de proteína en los forrajes dependerá de las propiedades químicas del suelo, fertilidad y presencia de nutrientes minerales.

Además señala que para garantizar un normal crecimiento y desarrollo de los cultivos, las plantas deben ser abastecidas adecuadamente con nutrientes durante todo su periodo de crecimiento. Por esto requiere que la concentración de nutrientes en la solución suelo sea mantenida a un nivel adecuado, para el desarrollo de la planta a partir de un cálculo de dosis de abonamiento (Anexo 8).

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL ESTUDIO

El estudio de análisis económico para el presente trabajo de investigación, se enfocó principalmente en base a los presupuestos del total de costos variables y beneficios netos, el factor estudiado fue niveles de fertilización orgánica.

Cuadro 16. Relación Beneficio Neto y Beneficio/Costo, con cuatro niveles de fertilización orgánica en el trébol blanco.

Tratamientos	Costos Variables (Bs/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento Ajuste (10%)	Precio Venta (Bs/kg)	Ingreso Bruto (Bs/ha)	Beneficio Neto (Bs/ha)	Beneficio Costo (B/C)
T1 (0 tn/ha)	1 240	1 536,72	1 383,048	0,65	898,981	-341,019	- 0,28
T2 (4 tn/ha)	1 372	2 385,85	2 147,265	0,65	1 395,722	23,722	0,02
T3 (8 tn/ha)	1 504	3 950,42	3 555,378	0,65	2 310,996	806,996	0,54
T4 (12 tn/ha)	1 636	6 382,92	5 744,628	0,65	3 734,008	2 098,008	1,28

En el cuadro 16, se observa que para el cálculo de Beneficio Neto y Relación Beneficio/Costo para cada nivel de tratamiento, se considero los costos variables, los cuales consistieron en la preparación del terreno, la siembra del cultivo, aplicación del estiércol, como también la compra de semilla y el estiércol para los diferentes niveles de fertilización (Anexo 11).

Se tomó en cuenta el rendimiento promedio de materia seca (kg/ha) para los niveles de fertilización orgánica, mientras para el ajuste del rendimiento, se consideró la producción comercial en el ámbito de agricultores que puede variar en 10% menos que la producción experimental. Entonces el ingreso bruto es el producto del rendimiento ajustado por el precio del producto (heno de trébol blanco que puede fluctuar en 650 Bs./t o bien 0,65 Bs/ kg) Mientras que el Beneficio Costo es la diferencia entre el Ingreso Bruto y Costo de Producción.

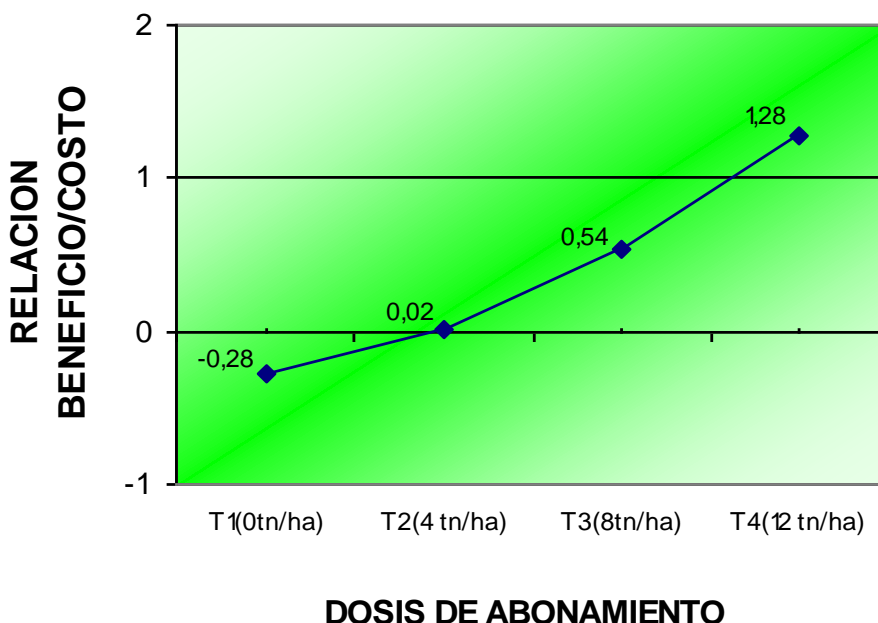


Figura 8. Margen de Beneficio/Costo, para cuatro niveles de fertilización orgánica en trébol blanco.

Según el cuadro 16 y la figura 8, el mayor rendimiento para Relación Beneficio/Costo es de 1,28 alcanzado por el T4 al aplicar 12 t /ha de estiércol, dicho indicador explica que existe una rentabilidad económica aceptable frente al T3, T2 y T1 reflejando 0,54, 0,02 y – 0,28 respectivamente, dichos tratamientos sufren una baja Relación Beneficio/Costo donde se incurre en una pérdida económica.

Paredes (1994), indica que la relación Beneficio Costo (B/C) es un indicador que mide la relación existente entre los ingresos y los costos incurridos a lo largo de su

vida útil incluida la inversión efectuada en el momento cero. El mismo autor arguye que si la relación B/C es mayor a la unidad entonces esta dentro de los parámetros aceptables, porque los beneficios son superiores a los costos. Si la relación (B/C) es menor a la unidad entonces los beneficios son inferiores y existe una pérdida.

Cuadro 17. Análisis, Tasa de Retornos Marginales para los tratamientos No Dominados, en trébol blanco.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Beneficios Netos	Beneficios Netos Marginales	Costos Variables	C.V. Marginal	Tasa Retorno Marginal	Tasa Retorno Marginal %
T2(4 tn/ha)	2 385,85	23,722		1 372			
			783,273		132	5,93	593,39
T3(8 tn/ha)	3 950,42	806,996		1 504			
			1 291,013		132	9,78	978,04
T4 (12 tn/ha)	6 382,92	2 098,008		1 636			

El tratamiento dominado es el T1 (0 t /ha), porque tiene el beneficio neto que es menor en relación al tratamiento de costos por lo tanto se considera dominado (Anexo 12), y no se ha considerado para el cuadro 17.

Según CIMMYT (1988), un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

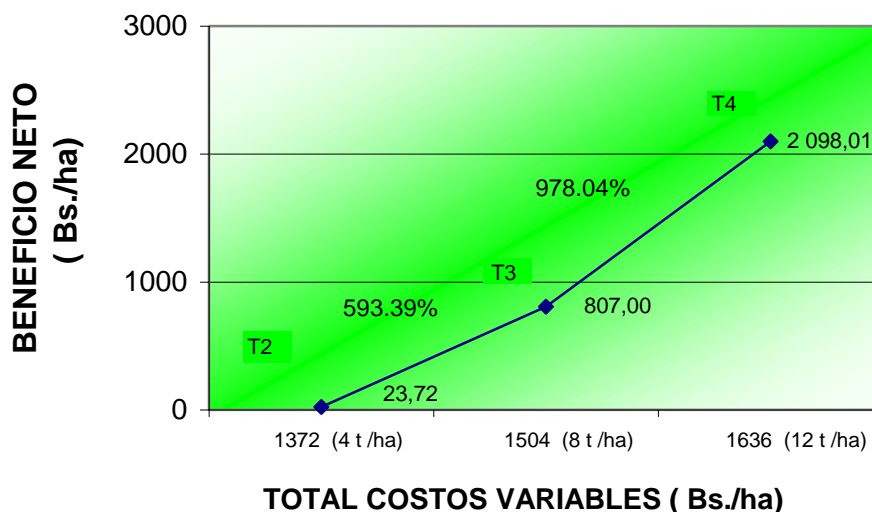


Figura 9. Curva de Beneficios Netos, en la aplicación de cuatro niveles de fertilización orgánica en trébol blanco.

El tratamiento que no entra en el dominio de recomendación, es el T1 llamado dominado (Anexo 12). Si bien el T4 alcanza el mayor beneficio Neto con 2 098,01 Bs./ha, en relación a T3 que refleja 807,00 Bs./ha y el T2 baja el beneficio a 23,72 Bs./ha, sin embargo además de este parámetro, otro factor importante que conlleva a determinar la rentabilidad económica con mas amplitud, es la tasa de Retorno Marginal reflejado en el cuadro 17, y el mayor porcentaje de tasa de retorno marginal corresponde T4 con 978,04%, seguidos de T3 con 593,39% de TRM, o sea los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida.

Según la figura 9. La pendiente al pasar del T2 al T3, donde nos indica que al aplicar 8 tn/ha de estiércol, se recupera los 132 Bs. de costos variables mas los 783,273 Bs., mientras la Tasa de Retorno Marginal reflejada es de 593,39%, lo cual nos indica que por cada 1 Bs. invertido, se espera recobrar 1 Bs. y a la vez obtener 7,83 como rentabilidad adicional, en cambio la pendiente que une el T3 con el T4, y al aplicar 12 t /ha, se recupera los 132 Bs. de gastos de inversión mas el beneficio neto que es de 1 291,013 Bs., siendo la tasa de retorno marginal del 978,04% al aplicar 12 t /ha de estiércol, esto significa que por cada 1 Bs., invertido para los tratamientos en estudio, se puede esperar recobrar el 1 Bs. y obtener 9,78 Bs. adicionales, por lo tanto, como alternativa económica se recomendaría el T4.

7. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el presente estudio, a través de los análisis estadísticos y análisis en laboratorio, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La mayor altura de planta en el trébol blanco, es de 28,58 cm, seguido de 17,42 cm, al aplicar 12 y 8 t /ha de estiércol respectivamente, reflejando diferencia significativa entre ellos, sin embargo a menor dosis de abonamiento orgánico, refleja 11,08 cm y 7,83 cm, disminuyendo la altura de planta cuando se aplica 4 y 0 t /ha de estiércol, donde existe diferencia significativa entre estos dos tratamientos.
- Existe diferencias significativas entre los cuatro tratamientos en estudio, para el rendimiento de materia verde del Trébol blanco (*Trifolium repens*) siendo como el mejor exponente con la aplicación de 12 t /ha de abono orgánico logrando 2 5578,13 kg/ha de materia verde, seguido de 15 854,17 kg/ha cuando se incorporo 8 t /ha de estiércol, en cambio cuando la dosis de abonamiento se disminuye a 4 t /ha, el rendimiento baja a 9 546,88 kg/ha y finalmente cuando no se aplica ninguna dosis de abono la producción de materia verde es de 6 218,75 kg/ha, reflejando menor cantidad de biomasa, respecto a los demás tratamientos.
- El mayor rendimiento de materia seca alcanzada es de 6 382,92 kg/ha, con la aplicación de 12 t /ha de estiércol, disminuyendo a 3 950,42 kg/ha cuando se incorpora 8 t /ha de abono orgánico y si el nivel de abonamiento baja a 4 t /ha la producción de materia seca se reduce a 2 385,85 kg/ha, finalmente cuando no se aplica ninguna dosis de abono el rendimiento disminuye a 1 536,72 kg/ha reflejando diferencias significativas entre los tratamientos del estudio.
- Al aplicar 12 t /ha del estiércol de llama, el trébol blanco alcanzo la mayor cobertura vegetal con 71,082%, sin embargo con la incorporación de 8 t /ha de

abono orgánico la cobertura disminuye a 59,75%, el abonamiento con 4 t /ha de enmienda orgánica cubre el suelo con 47,58%, en cambio cuando no se realiza abonamiento orgánico la cobertura disminuye a 26,67%, reflejando diferencia significativa entre los cuatro tratamientos entre sí (Anexo 14, Foto 6).

- En el análisis bromatológico, la mayor concentración proteica es de 20% al incorporar 12 t /ha de estiércol, seguido de 19% de proteína bruta que corresponde con la aplicación de 8 t /ha de abono orgánico, mientras al bajar la dosis a 4 t /ha de estiércol se reduce a 15% el valor proteico, finalmente cuando no se aplica ninguna enmienda orgánica (0 t /ha), la acumulación de proteína bruta disminuye a 10%.
- En el Análisis Económico, el mayor beneficio neto fue de 2 098,00 Bs./ha cuando se incorporo 12 t /ha de abono orgánico, al mismo tiempo también alcanza 1,28 de Beneficio/Costo superando la unidad, catalogado como mejor rentabilidad económica y de la misma manera ofreciendo la mayor tasa de retornos marginales con 978,04%, en cambio cuando se aplica 8 t /ha de enmienda orgánica en los bofedales el beneficio neto es de 806,996 Bs./ha, alcanzado una Relación Beneficio/costo de 0,54 y una tasa de retorno marginal de 593,39%, en cambio al aplicar 4 t /ha, de estiércol el Beneficio Neto baja a 23,72 Bs/ha, siendo la relación beneficio/neto de 0,02.

8. RECOMENDACIONES

En base a los resultados del estudio se puede sugerir a manera de recomendación lo siguiente:

- Para la aplicación del abonamiento orgánico en el establecimiento del trébol blanco en bofedales, se sugiere un nivel de 12 t /ha, ya que las variables de respuesta tales como la altura de planta, rendimiento de materia verde y seca, porcentaje de cobertura, contenido de proteína bruta, fueron significativas en el momento de la evaluación.
- Desde el punto de vista económico, es importante considerar la aplicación de estiércol a una dosis de 12 t /ha para obtener Beneficios Netos rentables, la relación Beneficio/Costo está por encima de la unidad y mayor tasa de retorno marginal y ser sostenibles a mediano y largo plazo, principalmente el estiércol de llama por ser abundante en la zona, así como para mejorar y garantizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los bofedales.
- Realizar evaluaciones con trébol blanco asociando con gramíneas, a fin de conocer el rendimiento fundamentalmente en materia seca, de esa manera incrementar la biomasa en los bofedales especialmente para el hato ganadero del lugar.
- Establecer clausuras temporales de bofedales, desde el momento de la siembra del trébol blanco, para evitar daños durante el proceso de crecimiento y de esa manera garantizar un alto porcentaje de germinación.
- Realizar seguimientos planificados en las parcelas de los agricultores dando énfasis al trébol blanco, por sus características como fijadoras de nitrógeno atmosférico mediante la cual se fertiliza los suelos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZERRECA, H. y E. AQUINO. 1999. Estudio de pastos y forrajes de la zona Norte de La Paz. Informe de consultaría. Asociación de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. p. 27 - 50.

ALZERRECA, H. 2001. Los campos naturales de pastoreo del parque nacional Sajama y su capacidad de carga. Cooperación Técnica Alemana. La Paz, Bolivia. 92 p.

ALZERRECA, H., S. PRIETO., S. LAURA., D. LUNA. y S. LAGUNA., 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano. Informe final de consultora. Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT); Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Asociación Integral de Ganaderos de los Andes Altos (AIGACAA). Junio. La Paz, Bolivia. p. 167.

ALZERRECA, H. y D. LUNA. 2001. Manual del ganadero para el manejo de bofedales. Asociación Integral de Ganaderos de los Andes Altos (AIGACAA). Estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el sistema TDPS - Bolivia. (Subcontrato 21.11). Julio. La Paz, Bolivia. 40 p.

APAZA, R. 2007. Efecto de estercolado, frecuencias y alturas de corte en rendimiento de forraje en el bofedal de Islapampa de la Subcuenca alta del río Keka. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 120 p.

AQUINO, E. 1999. Siembra de Trébol blanco (*Trifolium repens*) en bofedales bajo riego en zonas de altura. Documento de trabajo para promotores alpaqueros. Proyecto Alpaca. AIGACAA. La Paz, Bolivia. 25 p.

- AVIDAN, A. 1995. Determinación del régimen de riego de los cultivos. Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola (CINADCO); Sociedad para la Transferencia de Tecnología (HAIGUD). Estado de Israel. p. 109 - 110.
- BENAVIDES, I. 2001. Mejoramiento de praderas con siembra directa de trébol blanco. Puno, Perú. s.n. Boletín Técnico N° 01. 20 p.
- CALLA, A. 1988. Disponibilidad forrajera en praderas alto andinas. Tesis Ing. Agr. Puno, Perú. p. 87.
- CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 4 ed. Editorial Jurídica. Lima, Perú. p. 646.
- CANALES, C. y M. TAPAI. 1987. Producción y manejo de forrajes en los Andes del Perú; PISA (INIPA - CIID - ACDI). Lima, Perú. p. 133 - 135.
- CARAMBULA, M. 1981. Las leguminosas en producción y manejo de pasturas sembradas. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 463 p.
- CASTELLANO, G. 2004. Conceptos básicos de ecología en praderas: Evaluación y monitoreo de praderas: Mejoramiento de praderas Altiplánicas: Seminario - Taller Proyecto; Manejo y conservación de bofedales en la región de Tarapacá. CONAF. Región de Tarapacá. Arica, Chile. p.irr.
- CATALÁN, C.G.P. 2007. Efecto de fertilización sobre composición botánica y la producción de tres tipos de pradera en el dominio húmedo de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Chile. p. 24 - 25.
- CIID. 1998. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo; Biblioteca: Documentos de Desarrollo Agropecuario Sostenido en el Altiplano - PRODASA. p. 1 - 5.

- CIMMYT. 1988. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual de Metodología de Evaluación Económica. México. D.F. p. 13 -70.
- CIPCA. 1998. Centro de Investigación y Producción del Campesinado: Manejo y conservación de praderas nativas. La Paz, Bolivia. p. 54.
- COVACEVICH, C.N. 2006. Implementación del Trébol blanco (*Trifolium repens*), en las praderas húmedas de Magallanes. Ganadería y Praderas. Revista informativa e investigativa, Uruguay. s.n. p. 4.
- CHILON, E. 1997. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo - CIDAT, La Paz, Bolivia. 185 p.
- CHOQUE, J. 1995. Manejo y producción de bofedales para la crianza de alpacas. UNA, PUNO. p. 122.
- CHOQUE, L. J. 2001. Manejo de praderas nativas. Universidad Católica Boliviana. UCB; Universidad Agraria Campesina. UAC. Tiahuanacu, Carrera de Ingeniería Zootecnia y Agronómica. La Paz, Bolivia. s.e. 44 p.
- CHOQUE, J. 2005. Manejo de praderas naturales. Universidad Nacional del Altiplano; Colegio de Ingenieros del Perú. CIP. Puno, Perú. p. 6 - 8.
- CHOQUEHUANCA, J. B. 2001. Manejo de praderas y planeamiento de explotaciones ganaderas. Facultad de Ciencias Agrarias. UNA, PUNO. p. 155.
- DIVER P. y J. DIAZ. 1979. Establecimiento de rye grass asociado con trébol blanco y su Manejo. Puno, Perú. s.n. p. 25.

EVANS, L. T. 1983. Fisiología de los cultivos. Traducido del inglés por Héctor Gonzáles. Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires, Argentina. s.n. 402 p.

FAÚNDEZ, L. y M. AHUMADA. 2001. "Guía descriptiva de las praderas naturales de Chile". Servicio Agrícola y Ganadero; Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables; Ministerio de Agricultura; Departamento de Comunicaciones. Arica, Chile. SAG. p. 98.

FIORIO, D. 1996. Manejo de agua y conservación de bofedales. En: Seminario taller manejo sostenible de praderas nativas andinas. Programa de Autodesarrollo Campesino - Fase Consolidación (PAC); Foro Boliviano para el Medio Ambiente y Desarrollo (FOBOMADE). Potosí, Bolivia. p. 131 - 138.

FLORES, A. 2005. Manual de pastos y forrajes alto andinos. ITDGAL, OIKOS. La Molina. Lima, Perú. 53 p.

FLORES, A. y E. MALPARTIDA. 1988. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región alto andina. Banco Agrario. Fondo del libro. Tomo II. Lima, Perú. p. 386 - 389.

HÖRTREITER, O. 1999. La vegetación como fuente para la ganadería en el altiplano de Bolivia. La influencia de camélidos sobre la vegetación del parque nacional Sajama; Proyecto MAPZA - GTZ. La Paz, Bolivia. 10 p.

HUBBEL, D.F. 1983. Técnica agropecuaria aplicada a zonas tropicales. 5 ed. Ed. Trillas. p. 369.

HUGHES, H., M. HEATH. y D. METCALFE. 1970. Forrajes; La ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. 2 ed. USA. s.n. p. 187 - 194.

INIA, 2000. Instituto Nacional de Investigación Agraria: Cultivo y unificación de avena forrajera en puna seca. Lima, Perú. 42 p.

IRINEA. 1997. Estudio nacional de la diversidad biológica. 1v. s.n.t. p. 130.

ITURBIDE, A. 1980. Apuntes sobre pasturas tropicales. Secretaria de Estado de Agricultura; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Santo Domingo. 57 p.

LA FUENTE, A., A. VELASCO, H. ALZERRECA. y V. LAGUNA. 1988. Evaluación de la productividad de campos nativos de pastoreo de Ulla Ulla. En Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia; Corporación de Desarrollo de Oruro (CORDEOR); Comunidad Económica Europea (CEE); Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC). p. 56 - 63.

LARA, V. 1985. Determinación de la capacidad de carga para la época invernal en praderas nativas de Huarina, Batallas y Peñas en Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia; Corporación de Desarrollo de Oruro (CORDEOR); Comunidad Económica Europea (CEE); Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC). 1988. p. 53.

LARA, R. 1985. Descripción de principales tipos de praderas. En primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia; Corporación de Desarrollo de Oruro (CORDEOR); Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC); Comunidad Económica Europea (CEE); Instituto de Tecnología Agropecuaria (IBTA); Asociación Boliviana de Producción Animal (ABUPA). Oruro, Bolivia. 227 p.

MAMANI, M. y F. ARIVILCA. 1999. Dinámica del uso y manejo del recurso agua en comunidades alpaqueras de Puna Seca: Huanacamaya y Bajo Llallagua. Tesis Lic. Biología. Puno, Perú Universidad Nacional del Altiplano. 86 p.

MARTINEZ, H. 1997. Evaluación de la pradera nativa de la zona andina (Quinta Sección Municipal de la Provincia Loayza, Departamento de La Paz). Tesis Ing. Agr. Oruro, Bolivia. Universidad Técnica de Oruro. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. 71 p.

MEDIO AMBIENTE EN DEFENSA DE LOS BOFEDALES ALTOANDINOS En: Agro económica. Septiembre/Octubre, 1995. p. 43 - 45.

MENÉNDEZ, F. 1987. Manual de alimentación animal. 2 ed. Ed. Limusa. México, DF. p. 1096.

MENESES, R. y R. RODRIGUEZ. (eds.). 2000. Memoria Seminario: Uniformización de técnicas y criterios de investigación. Proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT - CIF - PNLG - CIFP - DHV); Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF - UMSS); Empresa de Semillas Forrajeras (SEFO - SAM). Cochabamba, Bolivia. p. 15 - 22.

MENESES, R., H. WAAIJENBERG. y L. PIEROLA (eds). 1996. Las leguminosas en la agricultura boliviana: Revisión de información. 1 ed. Cochabamba, Bolivia. p. 323 - 327.

MILFORD, R. y D. MINSON. 1983. Alimentación y digestibilidad de dietas que contienen diferentes proporciones de leguminosas y el Pangola grass (*Digitaria decumbens*). Aust. J. Exp. Agric. Husb. 7. p. 456.

MIRANDA, F. 1995. Manual de pastos nativos mejorados y establecimientos de forrajes. Serie CISA. Arequipa, Perú. 117 p.

MOLINA, P. 1996. Efecto del nitrógeno y fósforo en la productividad y composición botánica de una pradera sobre pastoreada. Tesis Ing. Agr. Perú. Universidad Nacional Agraria. p. 112.

MORALES C. F. Manual de abonos orgánicos, UNALM. 120 p.

NAVARRO, G. y M. MALDONADO. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón Patiño. Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia. 719 p.

NOVOA, C. y A. FLORES. 1991. Producción de rumiantes menores. Impresión RERUMEN 1991, con el auspicio del Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores (SR – CRSP). Lima, Perú. 365 p.

ORTEGA, J. 2004. Estudio de la capacidad de carga y carga animal en bofedales de Ulla Ulla de la provincia Franz Tamayo de departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. p. 1 - 11.

OSWALDO, E. 2006. Leguminosas como cultivo de cobertura. Facultad de Agronomía, Universidad de República Uruguay. Revista Agrícola. Agosto. pp. 80.

PALACIOS, F. 1977. Pastizales de regadío para alpacas en: Pastores de puna uywamichiq punarunakuna. Compilados: Jorge A. Flores Ochoa. Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú. p. 155 - 170.

PATERSON y AGUIRRE. 1982. Pastoreo complementario de leguminosas en la producción de leche durante la época seca. Producción Animal tropical 7. s.n.t. p. 40 - 42

QUIROGA, J. 1999. Valor forrajero y estimación de la productividad en pradera nativa del Altiplano Central (Comanche, Provincia Pacajes, Departamento de

La Paz). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. p. 12 -13.

RAMIREZ, C. y M. MEJÍA. 2002. Manual agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. 1 ed. Editorial Lexus. Bogota, Colombia. p. 529 - 633.

REYES, C.P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. Trillas S.A. D.F. México. p. 518 - 589.

ROBLES, R. 1990. Producción de granos y forrajes. 5 ed. Ed. Limusa. D F, México. p. 252 - 315.

RODRIGUEZ, L. 1996. Tecnología andina en la producción de camélidos sudamericanos. Cajamarca, Perú. s.n. 179 p.

RUBIO, M. 1982. Cambios sucesionales en el volumen de la composición vegetal. Tesis Ing. Agr. Perú. Universidad Nacional Agraria. p. 89.

SILVA, M. y U. LOZANO. 1994. Descripción de las principales especies forrajeras entre la zona mediterránea árida y la zona de las lluvias. Universidad de Chile; Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales; Departamento de Producción Animal; Publicación docente nº 9, 3 ed. Santiago, Chile. 140 p.

SOTOMAYOR, M. 1996. Tecnología campesina en el pastoreo alto andino. Proyecto Alpacas; COTESU. Puno, Perú. p. 143.

SOTOMAYOR, M., F. CAHUANA. y B. VARGAS. 1990. Validación de cercados y mejoramiento de bofedales en puna seca (ahijaderos). Proyecto PAL: Informe Técnico Nº 34. Serie de Pastos. Puno, Perú. 51 p.

- SMETHAN, M. 1994. Especies y variedades de leguminosas forrajeras, (Traducido por Elizardo, P.). In: Langer, R(ed). Pastures and pasture plants. Ed. Agropecuaria hemisferio sur SRL (Uruguay). 514 p.
- TAPIA, M. y J. FLÓREZ. 1994. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación de Promoción Agropecuaria; Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en rumiantes menores. Lima, Perú. p.irr.
- TEUBER, N. 1999. Virtudes del Trébol blanco (*Trifolium repens*). Informativo nº. 10, Ministerio de Agricultura; Instituto de Investigación Agropecuarias; Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Remehue. Nº 83. p.irr.
- TISDALE y NELSON, 1975. Soil fertility and fertilizer. Third Edition. Mac Millan Publishing Co. New York, U.S.A. p.irr.
- TRINIDAD, S. 1987. Uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de edafología, 10. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. p. 45.
- TRONCOSO, R. 1982. Evaluación de la capacidad de carga animal del parque nacional Lauca. Informe de Auditoria. Corporación Nacional Forestal. Arica, Chile. 147 p.
- VARGAS, G. 1992. Estructura dinámica estacional de la vegetación en bofedal, tolar, pajonal, en el ecosistema de Puna seca. s.n.t., p.irr.

VILLALTA, G. 1981. Producción y mejoramiento de los pastizales alto andinos con la incorporación de leguminosas. ZENIT. Arequipa, Juliaca. Puno, Perú. p. 120.

VILLARROEL, J. 1997. Balance forrajero y nutricional en áreas de producción de alpacas de Ulla Ulla. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias Martín Cárdenas. 111 p.

VOISIN, 1974. Dinámica de los pastos. Ed. Tecnos. Edición, Madrid, España. pp. 456.

ANEXOS

Anexo 1. Tipos de bofedales según sus características y autores

FACTOR	TIPOS DE BOFEDAL	CARACTERÍSTICAS	FUENTE
Origen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Natural ▪ Artificial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creados por la humedad sin intervención humana ▪ Creados o inducidos por el hombre 	Alzerreca et al. (2001)
Altitud	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altiplánico ▪ Alto andinos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ubicados por debajo de los 4100 msnm ▪ Ubicados por encima de los 4100 msnm 	Alzerreca et al. (2001)
Régimen Hídrico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidromórficos ▪ Mésicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presencia de agua permanente, de alta productividad ▪ Presencia de agua temporal 	Alzerreca et al. (2001)
pH de Suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ácidos ▪ Neutros ▪ Básicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH menor a 6,4 ▪ pH de 6,4 a 7,4 ▪ pH mayor a 7,4 	Alzerreca et al. (2001)
Tamaño	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pequeños ▪ Grandes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso familiar ▪ Uso comunal 	Alzerreca et al. (2001)
Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De cordillera o altura, con mayor pendiente ▪ De llanura, pampa y aluviales, de menor pendiente 		Alzerreca et al. (2001)
Trofia y Permanencia del agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De agua no mineralizada ▪ Estacionalmente inundado con agua mineralizada ▪ Siempre anegados con aguas mineralizadas 		Navarro y Maldonado (2002)
Fisiografía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Llanura, pampa y aluviales ▪ Cordillera o altura 		Alzerreca et al. (2001)

Fuente: Elaborado en base a datos proporcionados por autores

Anexo 2. Rendimiento de forraje en diferentes bofedales y autores dentro el sistema TDPS – Bolivia (Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca – Desaguadero – Poopo – Coipasa)

LOCALIDAD	PISO ECOLÓGICO	HIDROMORFISMO	KG MS/HA	FUENTE
	Altiplano Semihúmedo	Hidromórfico	2 540,0	Alzerreca (1988)
	Altiplano Semihúmedo	Hidromórfico	2 540,0	Alzerreca (1988)
Peña - Batallas	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	1 750,0	Laguna (1988)
	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	900,0	Laguna (1988)
	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	1 950,0	Laguna (1988)
	Altoandino Semihúmedo	Mésico	920,0	Laguna (1988)
	Altoandino Semihúmedo	Mésico	750,0	Laguna (1988)
	Altoandino Semihúmedo	Mésico	780,0	Laguna (1988)
Argentina (1)	Puna Semihúmeda	Hidromórfico	6 000,0	Fiorio (1996)
Ulla Ulla (2)	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	2 375,5	Villarroel (1997)
	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	2 638,8	Villarroel (1997)
Laruta (3)	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	3 636,5	Alzerreca y Aquino (1999)
Huacuchani (3)	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	1 406,3	Alzerreca y Aquino (1999)
Huacuchani (3)	Altoandino Semihúmedo	Hidromórfico	854,7	Alzerreca y Aquino (1999)
Agua Calientes	Altoandino Semihúmedo	Hidromorfismo (údico)	2 517,3	Luna (1996)
Agua Calientes	Altoandino Semihúmedo	Mésico (ústico)	2 398,8	Luna (1996)

- a. Mallines; término aplicado a bofedales en Argentina, donde las lluvias superan por año 700 mm
- b. El rendimiento menor es el crecimiento acumulado de febrero y el de mayor es el crecimiento acumulado en agosto
- c. Rendimientos medidos en cercos excluidos del pastoreo por un año

Fuente: Alzerreca et al. (2001)

Anexo 3. Mapa, ubicación del área de estudio



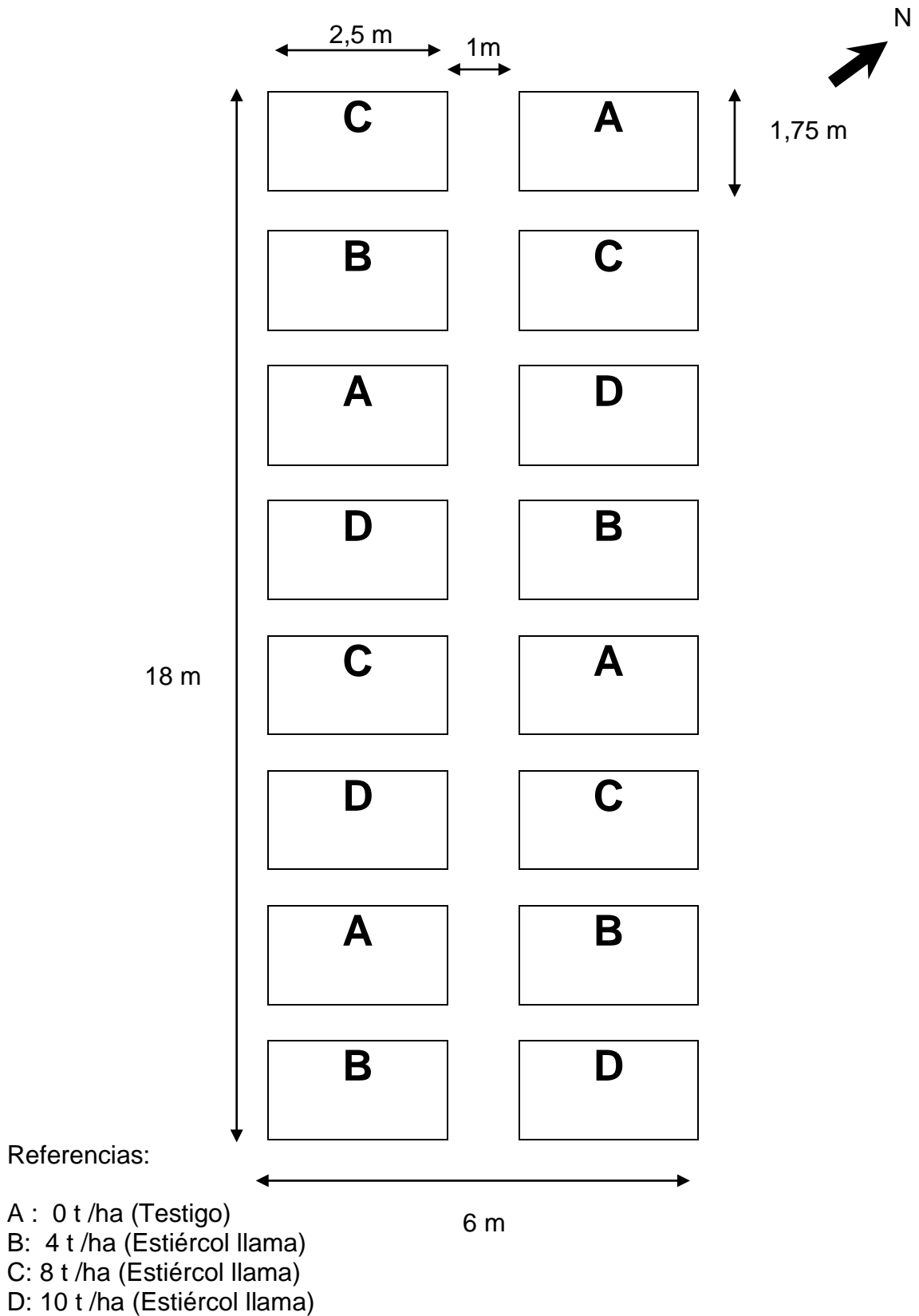
Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar) La Paz - Bolivia

Anexo 4. Resumen Climatológico mensual (2008), Cosapa

Mes	Temperatura Máxima Promedio (°C)	Temperatura Mínima Promedio (°C)	Precipitación (mm)
E	19,9	1,1	38,2
F	18,4	1,3	122,0
M	20,9	-0,3	89,4
A	19,0	-3,8	46,8
M	17,4	-9,3	0,0
J	16,0	-12,4	2,5
J	15,8	-10,1	0,0
A	17,5	-11,8	0,0
S	15,9	-7,3	3,7
O	18,3	-6,0	5,9
N	21,4	-3,4	0,0
D	21,7	1,4	20,6
Promedio Mensual	18,52	-5,05	27,43
Promedio Anual			329,1

Fuente: Estación Meteorológica de Cosapa - Oruro

Anexo 5. Croquis de Campo Experimental



Anexo 6. Planilla de datos para evaluación de las variables de estudio respecto a la dosis de abonamiento orgánico

Nombre: Fecha:.....

Comunidad:.....

NUMERO BLOQUES	TRAT.	LECT.	ALTURA PLANTA	MATERIA VERDE (g/m ²)	MATERIA SECA (g/m ²)	% COBERTURA	OBSERVACIONES	
BLOQ. 1	T1 (0 t /ha)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
	T2 (4 t /ha)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
	T3 (8 t /ha)	1						
		2						
		3						
		4						
	T4 (12 t /ha)	5						
		1						
		2						
		3						
		4						
	BLOQ. 2	T1 (0 t /ha)	5					
1								
2								
3								
4								
T2 (4 t /ha)		5						
		1						
		2						
		3						
		4						
T3 (8 t /ha)		5						
		1						
		2						
		3						
		4						
T4 (12 t /ha)		5						
		1						
		2						
		3						
		4						

NUMERO BLOQUES	TRAT.	LECT.	ALTURA PLANTA	MATERIA VERDE (g/m ²)	MATERIA SECA (g/m ²)	% COBERTURA	OBSERVACIONES	
BLOQ. 3	T1 (0 t /ha)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
	T2 (4 t /ha)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
	T3 (8 t /ha)	1						
		2						
		3						
		4						
	T4 (12 t /ha)	5						
		1						
		2						
		3						
		4						
	BLOQ. 4	T1 (0 t /ha)	5					
1								
2								
3								
4								
T2 (4 t /ha)		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
T3 (8 t /ha)		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
T4 (12 t /ha)		1						
		2						
		3						
		4						
		5						

Anexo 7. Planilla de datos para Costos de Producción respecto a los tratamientos en estudio

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANT.	VALOR UNITARIO (Bs./ha)	NIVELES DE FERTILIZACION ORGÁNICA (t /ha)			
				0	4	8	12
MANO DE OBRA							
Quema controlada							
Construcción canal de riego							
Apertura de hoyos							
Abonamiento							
Siembra Manual							
Tapado de semillas							
Construcción de cerco							
SUBTOTAL							
INSUMOS, ABONO ORGANICO							
Semilla de trébol blanco							
Inoculante							
Estiércol descompuesto							
SUBTOTAL							
TRANSPORTE							
Semillas							
Abono Orgánico							
SUBTOTAL							
TOTAL COSTOS							

Anexo 8. Cálculo de dosis de Abonamiento Orgánico

a) Datos de N - P - K del análisis del bofedal del área de estudio

Nitrógeno total: 0,605 %

Fósforo disponible: 5,8 ppm

Potasio Cambiable: 0,6 meq/100 gr. de suelo

b) Transformación en términos de nutrientes disponibles

1. Nitrógeno

0,160 5% → X

100% → 1 600 000 kg/ha de peso de la capa arable

$$X = 2 568 \text{ kg N / ha}$$

El coeficiente de mineralización es del 0,8%, por su textura, el clima contrastante y pH neutro a básico, suelo anegado.

2 568 kg N / ha → 100 %

X → 0,8%

$$X = 20,544 \text{ kg N disponible/ ha/ año}$$

Considerando el crecimiento del trébol blanco de 9 meses.

20,544 kg N → 12 meses

X → 9 meses

$$X = 15,408 \text{ kg N disponible/ ha (Ciclo de crecimiento vegetativo)}$$

2. Fósforo

Fósforo disponible 5,8 ppm

3. Potasio

Potasio 0,6 meq/100 g de suelo

Considerando que entre el 10 y 50% de K cambiabile es disponible.

$$\begin{array}{l} 0,46 \text{ meq}/100 \text{ g de suelo} \rightarrow 100\% \\ X \rightarrow 50\% \end{array}$$

$$X = 0,23 \text{ meq}/100 \text{ g de suelo}$$

$$X = 89,7 \text{ ppm K}$$

c) Determinación de la cantidad de nutrientes disponibles en kg/ha de la capa arable.

1. Nitrógeno: 15,08 kg de N disponible

2. Fósforo:

$$\begin{array}{l} 5,58 \text{ kg P/ha} \rightarrow 10^6 \text{ kg/ha suelo} \\ X \rightarrow 1\,600\,000 \text{ kg/ha suelo} \end{array}$$

$$X = 8,9 \text{ kg de P disponible/ha}$$

3. Potasio

$$\begin{array}{l} 89,7 \text{ kg K/ha} \rightarrow 10^6 \text{ kg/ha suelo} \\ X \rightarrow 1\,600\,000 \text{ kg/ha suelo} \end{array}$$

$$X = 143,5 \text{ kg de K disponible/ha}$$

Porcentaje de utilización de nutrientes por el trébol blanco

Suelo del disponible presente: N: 30 P: 15 K: 40

Nutrientes disponibles y efectos que se brinda durante su ciclo vegetativo

$$N : 15,408 \text{ kg N/ha} \times \frac{30}{100} = 4,622\,4 \text{ kg N/ha}$$

$$P : 8,9 \text{ kg P/ha} \times \frac{15}{100} = 1,335 \text{ kg P/ha}$$

$$K : 143,5 \text{ kg K/ha} \times \frac{40}{100} = 57,4 \text{ kg K/ha}$$

Transformando estos valores en términos de unidad de fertilizante

$$N : 4,622\,4 \text{ kg N/ha} \times 1 = 4,622\,4 \text{ kg N/ha}$$

$$P : 1,335 \text{ kg P/ha} \times 2,29 = 3,057\,15 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

$$K : 57,4 \text{ kg K/ha} \times 1,2 = 68,88 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

Obtención de la dosis técnica

Requerimiento del trébol blanco:	20 - 92 - 40
Disponibilidad del suelo :	4,622 4 – 3,057 15 – 68,88
Dosis técnica del cultivo :	15,38 – 88,94 - 00
Dosis técnica para el cultivo :	16 – 89 – 00

Nivel de fertilización para el trébol blanco es: 16 – 89 – 00

Cálculo de la dosis de abonamiento con estiércol de llama

Dosis: 4 t de estiércol de llama /ha

a) Materia seca:

$$4 \text{ t est. seco llama} \rightarrow 100\%$$

$$X \text{ t est. seco llama} \rightarrow 86\%$$

$$X = 3,44 \text{ t est. seco llama/ ha}$$

b) Aporte de nitrógeno:

$$3,44 \text{ t est. seco llama} \rightarrow 100\%$$

$$X \text{ t N/ ha} \rightarrow 1,02\%$$

$$X = 0,035 \text{ 088 t N/ ha}$$

c) Aporte de fósforo.

$$3,44 \text{ t est. seco llama} \rightarrow 100\%$$

$$X \text{ t P/ ha} \rightarrow 1,26\%$$

$$X = 0,042 \text{ 84 t } P_2O_5 \text{ / ha}$$

d) Aporte de potasio:

$$3,44 \text{ t est. seco llama} \rightarrow 100\%$$

$$X \text{ t K/ ha} \rightarrow 1,30\%$$

$$X = 0,044 \text{ 72 t } K_2O \text{ / ha}$$

Aporte de nutrientes del estiércol de llama (kg/ha)

35,1 – 42,8 – 44,7
35 - 43 - 45

Dosis: 8 t de estiércol de llama /ha

a) Materia seca:

8 t est. seco llama → 100 %

X t est. seco llama → 86%

$$X = 6,88 \text{ t est. seco llama/ ha}$$

b) Aporte de nitrógeno:

6,88 t est. seco llama → 100 %

X t N / ha → 1,02%

$$X = 0,070176 \text{ t N/ ha}$$

c) Aporte de fósforo.

6,88 t est. seco llama → 100 %

X t P / ha → 1,26%

$$X = 0,086688 \text{ t } P_2O_5 / ha$$

d) Aporte de potasio:

6,88 t est. seco llama → 100 %

X t K / ha → 1,30%

$$X = 0,08944 \text{ t } K_2O / ha$$

Aporte de nutrientes del estiércol de llama (kg/ha)

70,2 – 86,7 – 89,4
70 - 87 - 89

Dosis: 12 t de estiércol de llama /ha

a) Materia seca:

12 t est. seco llama → 100 %

X t est. seco llama → 86 %

$$X = 10,32 \text{ t est. seco llama/ha}$$

b) Aporte de nitrógeno:

10,32 t est. seco llama → 100 %

X t N/ha → 1,02 %

$$X = 0,105 \text{ 26 t N/ha}$$

c) Aporte de fósforo.

10,32 t est. seco llama → 100 %

X t P/ha → 1,26 %

$$X = 0,130 \text{ 0 t } P_2O_5 / ha$$

d) Aporte de potasio:

10,32 t est. seco llama → 100 %

X t K/ha → 1,30 %

$$X = 0,134 \text{ 16 t } K_2O / ha$$

Aporte de nutrientes del estiércol de llama (kg/ha)


125,26 – 130 – 134,16

125 - 130 - 134

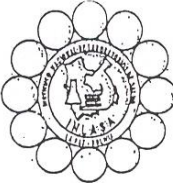
Anexo 9. Medidas obtenidas para las cuatro variables en estudio respecto al abonamiento orgánico

Bloques	Tratamientos	Altura Planta (cm)	Materia Verde (kg/ha)	Materia Seca (kg/ha)	Cobertura (%)
I	T1 (0 t /ha)	7,00	6 229,17	1 547,50	30,33
	T2 (4 t /ha)	9,67	7 375,00	1 920,07	51,00
	T3 (8 t /ha)	19,00	15 416,67	3 844,17	75,67
	T4 (12 t /ha)	29,00	25 875,00	6 569,79	76,33
II	T1 (0 t /ha)	8,67	5 645,83	1 440,83	29,00
	T2 (4 t /ha)	9,63	10 166,67	2 541,67	49,00
	T3 (8 t /ha)	18,00	16 666,67	4 166,88	65,33
	T4 (12 tn/ha)	27,0	25 395,83	6 250,00	84,30
III	T1 (0 t /ha)	7,33	6 500,00	1 533,33	27,00
	T2 (4 t /ha)	12,00	10 500,00	2 545,21	75,00
	T3 (8 t /ha)	17,67	14 854,17	3 670,83	69,00
	T4 (12tn/ha)	28,00	25 395,83	6 245,42	81,33
IV	T1 (0 t /ha)	8,33	6 500,00	1 625,21	38,33
	T2 (4 t /ha)	13,00	10 145,83	2 536,46	51,00
	T3 (8 t /ha)	15,00	16 479,17	4 119,79	71,30
	T4 (12 t /ha)	30,33	25 645,83	6 466,46	91,67

Anexo 10. Análisis químico del contenido de proteína bruta en muestras del trébol blanco



MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES
 INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD "NESTOR MORALES VILLAZÓN"
INLASA
 RED DE LABORATORIOS OFICIALES DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS
RELOOA
 LABORATORIO COORDINADOR NACIONAL



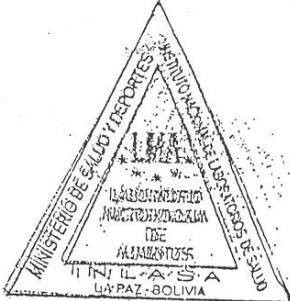
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS
INFORME DE ENSAYO

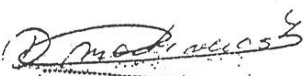
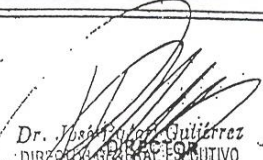
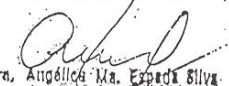
Página: _____

No.:	LNS-F-07-6-195-09	Muestra:	Bofedal trébol blanco
Nombre del Cliente:	Unidad de Vigilancia y Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria La Paz		
Dirección del Cliente:	Rafael Zubieta Nro. 1889	Procedencia de la muestra:	Oruro
Condiciones de la muestra:	En Sobre Papel Madera	Cantidad:	400 gr.
Acta de muestreo:	402424	Tarjeta de muestreo:	46088
Fecha de muestreo:	15/04/2009	Hora:	10:00
Fecha de ingreso a laboratorio:	15/04/2009	Hora:	10:00
Fecha de análisis:	Del 16 al 28 de Abril de 2009		Hora: 8:30 am

RESULTADO		
NUTRIENTE ANALIZADO	CONTENIDO POR 100gr. DE MUESTRA	METODO UTILIZADO
T1 Proteínas	10%	Microkhejdall AOAC960-52
T2 Proteínas	15%	Microkhejdall AOAC960-52
T3 Proteínas	19%	Microkhejdall AOAC960-52
T4 Proteínas	20%	Microkhejdall AOAC960-52

La Paz, 03 de Mayo de 2009



 Dr. Daisy Montenegro L. RESPONSABLE TÉCNICO I. N. I. A. S. A.	 Dr. José Ángel Gutiérrez DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO	 Dra. Angélica Ma. Espada Bliva MPE-88 MIA/ PSSP JEFE DE LABORATORIO
---	---	--

Anexo 11. Costos de producción del trébol blanco para los tratamientos en estudio

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Valor Unitario (Bs./ha)	Niveles de Fertilización Orgánica (t /ha)			
				0	4	8	12
MANO DE OBRA							
Quema controlada	Jornal	4	30	120	120	120	120
Construcción canal de riego	Jornal	6	30	180	180	180	180
Apertura de hoyos	Jornal	5	30	150	150	150	150
Abonamiento	Jornal	2	30	60	60	60	60
Siembra Manual	Jornal	2	30	60	60	60	60
Tapado de semillas	Jornal	2	30	60	60	60	60
Construcción de cerco	Jornal	10	30	300	300	300	300
SUBTOTAL				930	930	930	930
INSUMOS, ABONO ORGANICO							
Semilla de trébol blanco	kg.	4	60	240	240	240	240
Inoculante	sobre	1	30	30	30	30	30
Estiércol descompuesto	Tonelada		33	0	132	264	396
SUBTOTAL				270	402	534	666
TRANSPORTE							
Semillas	Alquiler	1	20	20	20	20	20
Abono Orgánico	Alquiler	1	20	20	20	20	20
SUBTOTAL				40	40	40	40
TOTAL COSTOS				1 240	1 372	1 504	1 636

Anexo 12. Análisis de Dominancia para los Costos de Producción

Tratamientos	Total Costos Variables	Beneficios Netos	Dominio
T1 (0 tn/ha)	1 240	-341,019	dominado
T2 (4 tn/ha)	1 372	23,722	
T3 (8 tn/ha)	1 504	806,996	
T4 (12 tn/ha)	1 636	2 098,008	

Anexo 13. Composición florística del bofedal donde se estableció los tratamientos en estudio

ESPECIE	CLAVE IDENTIF.	% DE COBERTURA				PALAT.
		T1 0 t /ha	T2 4 t /ha	T3 8 t /ha	T4 12 t /ha	
COMPUESTAS						
<i>Werneria nibigena</i>	Wenu	7,8	9	10	10,2	D
<i>Werneria pygmaea</i>	Wepy	5,5	7,2	7,7	8,0	D
<i>Werneria sp</i>	Wesp	0,3	0,7	0,7	1	D
<i>Hipochoeris stenocephala</i>	Hiat	14,8	15,7	16	16	D
GRAMINEAS						
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo	7,3	7,8	8	7	D
<i>Calamagrostis rigecens</i>	Cari	18	19	20	19	PD
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	Muli	0,1	0,2	0,3	0,5	D
RANUNCULACEAE						
<i>Ranúnculos breviscapus</i>	Rabr	5	6	7	7,2	D
<i>Ranúnculos acuaticus</i>	Raac		0,0	0,0		D
<i>Ranúnculos uniflorus</i>	Raun		0,0	0,0		D
CYPERACEAS						
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	13	14,5	15,7	16	D
<i>Carex fragilaris</i>	Cafr	0,2	0,5	0,7	1	D
<i>Carex fecunda</i>	Cafe	0,8	1,2	1,7	2	D
GENTINELACEAS						
<i>Genciana podocarpa</i>	Gepo	0,0	0,1	0,3	0,5	D
ESCROPULACEAS						
<i>Castilleja pumila</i>	Capu	0,9	1,3	2,3	2,0	PD
ROSACEAS						
<i>Alchemilla pinnata</i>	Alpi	1,2	2,3	2,3	2,5	D
UMBILIFERAS						
<i>Hydrocotyle banariensis</i>	Hyba	0,0	0,1	0,2	0,2	D
Musgo		0,0	0,0	0,0		
Roca		2	1	0,0	0,0	
Suelo desnudo		23,1	11,1	3,7	0,0	
TOTAL		74,9	85,6	92,9	93,2	
ESPECIES PALATABLES NUEVAS						
<i>Trifolium repens</i>	Trips	0,0	1,8	2,6	6,8	MD
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	Mupe		0,2	0,4	0,0	D
<i>Ranúnculos acuaticus</i>	Raac		0,3	0,4	0,0	D

Fuente: Elaboración propia

D: Deseable

PD: Poco deseable

MD: Muy deseable

Anexo 14. Fotos

FOTO 1



Trébol blanco (*Trifolium repens*) variedad Huía.

FOTO 2



Vista de ahijadero (área cercada por piedras), donde se estableció el trébol blanco.

FOTO 3



Demarcación de parcelas experimentales en bofedales

FOTO 4



Apertura de hoyos para la siembra directa de Trébol blanco (*Trifolium repens*)

FOTO 5



Abonamiento orgánico con estiércol de llama, en parcelas experimentales

FOTO 6



Establecimiento de Trébol blanco en bofedal, a una dosis de 12 t/ha de abonamiento orgánico.