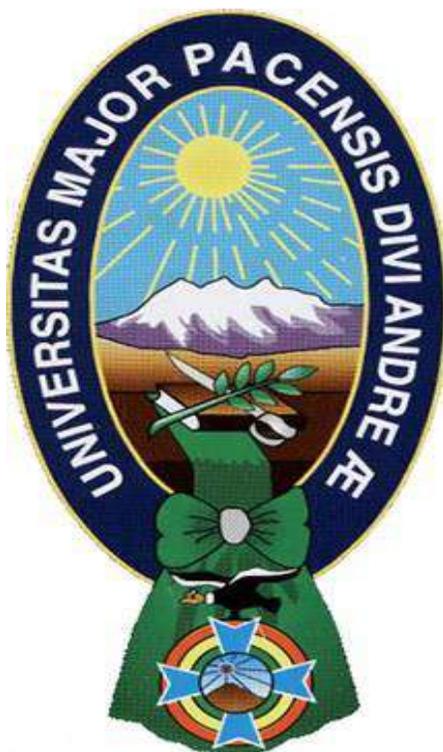


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE NIVELES DE BIOL BOVINO EN LA RECUPERACIÓN DE UNA  
PRADERA NATIVA EN CONDICIÓN DE LADERA EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA**

**ALAIN HANZ ALCON BANDO**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2022**

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

**EFEECTO DE NIVELES DE BIOL BOVINO EN LA RECUPERACIÓN DE UNA  
PRADERA NATIVA EN CONDICIÓN DE LADERA EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**ALAIN HANZ ALCON BANDO**

**ASESORES:**

Ing. Zenón Martínez Flores .....

Ing. Simón Cocarico Yana .....

Ing. Susy Rebeca Pilco Tiñini .....

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Ing. Luis Montaña Riveros .....

Ing. Patricia Fernández Osinaga .....

Ing. Rubén Trigo Riveros .....

**APROBADA**

**PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR:** .....

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2022**

## ***DEDICATORIA***

*Dedico esta tesis a dios y a toda mi familia.*

*A mis Padres Javier Alcon y Celia Bando por su apoyo, amor, comprensión, paciencia, sacrificio constante en el proceso de mi formación profesional y por su motivación constante.*

*A mi querido abuelito Isaac Alcon y mis hermanos por su apoyo.*

*A mi querido sobrino Matias quien lleno mis días de mucha alegría y felicidad.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza para seguir adelante en situaciones de debilidad; por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, alegrías, sabiduría para la culminación de este trabajo de investigación y hacer posible este momento.

A la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a la Facultad de Agronomía por haberme acogido durante mi formación académica, y al plantel docente por los conocimientos y experiencias impartidas en los años de mi formación.

A la Estación Experimental Choquenaira, perteneciente a la Facultad de Agronomía – UMSA, que me permitió la realización de este trabajo de investigación y por brindarme elementos necesarios para la ejecución de la tesis.

Expresar mis más sinceros agradecimientos a mis asesores Ing. Zenón Martínez Flores, Ing. Simón Cocarico Yana, Ing. Susy Pilco Tiñini por las orientaciones, sugerencias y apoyo para la realización de la presente investigación.

Agradecer al Proyecto Producción de Semillas y Forraje de Pastos Nativos y adaptados mediante técnicas locales y modernas en el Altiplano Central del departamento de La Paz, por el conocimiento otorgado.

A los distinguidos miembros del tribunal revisor, Ing. Rubén Trigo Riveros, Ing. Patricia Fernández Osinaga, Ing. Luis Montaña Riveros, por sus correcciones para perfeccionar el presente trabajo.

Mi infinita gratitud a mis padres Javier y Celia por su apoyo incondicional; un agradecimiento especial a mi abuelito Isaac Alcon por los consejos y ayuda brindada; y a todos mis familiares que me acompañaron e impulsaron a seguir adelante.

A mis amigos y compañeros de la facultad de agronomía, que compartimos varias experiencias gracias por su amistad, consejos y apoyo.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>SUMMMARY</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Justificación.....	2
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Objetivo general .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
3.1 Definiciones de pradera nativa .....	4
3.2 Características de las praderas nativas en el altiplano boliviano .....	5
3.3 Importancia de las praderas nativas.....	6
3.4 Bases conceptuales en ecología de praderas.....	7
3.4.1 Hábitat y comunidad vegetal .....	7
3.4.2 Sucesión vegetal .....	8
3.4.3 Sucesión primaria.....	8
3.4.4 Sucesión secundaria .....	8
3.4.5 Clímax de praderas .....	8
3.4.6 Regresión de una pradera.....	9
3.4.7 Sitio de una pradera .....	10

3.4.8 Condición de una pradera .....	10
3.4.9 Tendencia de una pradera .....	10
3.5 Clases de praderas nativas .....	11
3.6 Tipos de praderas nativas .....	11
3.7 Clasificación de las plantas en respuesta al pastoreo.....	14
3.8 Métodos de medición de las praderas.....	15
3.8.1 Transecto .....	15
3.8.2 Punta de pie .....	16
3.8.3 Técnicas del Cuadrante.....	16
3.9 Evaluación de pastizales .....	16
3.9.1 Mediciones cualitativas.....	16
3.9.2 Mediciones cuantitativas .....	17
3.9.3 Parámetros de medición en la vegetación.....	17
3.9.3.1 Frecuencia.....	17
3.9.3.2 Densidad .....	17
3.9.3.3 Cobertura vegetal.....	18
3.9.3.4 Cobertura vegetal por especies.....	18
3.10 Degradación de las praderas nativas .....	19
3.11 Importancia del herbario.....	20
3.12 Peso de materia vegetal seca y verde.....	21
3.12.1 Peso de la materia seca .....	21
3.13 Abonos orgánicos líquidos .....	22
3.13.1 Cualidades de los abonos líquidos.....	22
3.14 Tipos de abonos líquidos.....	23
3.14.1 El biol.....	23

3.14.1.1 Ventajas del biol .....	24
3.14.1.2 Desventajas del biol .....	24
3.14.2 Aplicaciones y uso del biol .....	25
3.14.3 Formación del biol .....	25
3.14.4 Biodigestor .....	26
3.14.4.1 Tipos de biodigestores .....	26
3.15 Fertilización foliar .....	27
3.15.1 Nutrición foliar a través de la absorción de nutrientes por las hojas.....	27
3.15.2 Factores que afectan a la fertilización foliar .....	29
3.15.3 Momento ideal para aplicar fertilizantes foliares.....	30
<b>4. LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Ubicación geográfica.....	31
4.2 Características de la zona .....	32
4.2.1 El Clima .....	32
4.2.1.1 Condiciones climáticas durante la realización del estudio.....	32
4.2.2 Fisiografía.....	33
4.2.3 Vegetación .....	33
4.2.4 El Suelo .....	34
4.2.5 Recursos hídricos.....	34
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
5.1 Materiales.....	35
5.1.1 Material biológico .....	35
5.1.2 Materiales de campo .....	35
5.1.3 Material de gabinete .....	35
5.1.4 Material de laboratorio.....	35

5.2 Metodología.....	36
5.2.1 Procedimiento experimental en campo .....	36
5.2.1.1 Reconocimiento del área de estudio .....	36
5.2.1.2 Delimitación del área de investigación .....	37
5.2.1.3 Delimitación de áreas mínimas en las unidades experimentales .....	37
5.2.1.4 Metodología para calcular el área mínima.....	38
5.2.1.5 Recolección e identificación de especies vegetales nativas.....	40
5.2.1.6 Carguío, alimentación a los biodigestores y obtención de biol .....	40
5.2.1.7 Aplicación de niveles de biol .....	41
5.2.2 Evaluación de la vegetación.....	42
5.2.2.1 Método del cuadrante para determinar cobertura vegetal, densidad de vegetación, frecuencia de vegetación y rendimiento de materia seca .....	43
5.2.2.2 Método de intercepción en línea de puntos para determinar cobertura vegetal por especies .....	45
5.2.3 Análisis estadístico.....	46
5.2.3.1 Diseño experimental.....	46
5.2.3.2 Modelo lineal aditivo .....	46
5.2.3.3 Factor de estudio.....	47
5.2.3.4 Características del área experimental .....	48
5.2.3.5 Croquis del experimento.....	49
5.2.4 Variables de respuesta.....	49
5.2.4.1 Cobertura vegetal.....	49
5.2.4.2 Cobertura vegetal por especies.....	50
5.2.4.3 Frecuencia de la vegetación.....	51
5.2.4.4 Densidad de la vegetación .....	52
5.2.4.5 Vigor de vegetación o índice de vigor .....	53

5.2.4.6 Rendimiento de materia seca de especies clave .....	53
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
6.1 Condiciones climáticas durante el periodo de investigación.....	55
6.1.1 Temperatura.....	55
6.1.2 Precipitación.....	56
6.2 Análisis del biol bovino .....	57
6.3 Identificación de las especies vegetales presentes en la pradera nativa en condición de ladera .....	58
6.4 Relación porcentual de familias botánicas presentes en el área de estudio ...	60
6.5 Variables de respuesta.....	62
6.5.1 Variables de respuesta bajo la aplicación foliar del biol .....	62
6.5.1.1 Cobertura vegetal en porcentaje (%).....	62
6.5.1.2 Cobertura vegetal por especie en porcentaje.....	65
6.5.1.3 Densidad en la vegetación .....	70
6.5.1.4 Frecuencia en la vegetación.....	74
6.5.1.5 Vigor de especies clave.....	78
6.5.1.6 Rendimiento de materia seca (kg/ha) de especies clave .....	82
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	31
<b>Figura 2.</b> Condiciones climáticas registradas en la Estación Experimental Choquenaira.....	32
<b>Figura 3.</b> Reconocimiento del área de estudio en una pradera nativa en condición de ladera .....	36
<b>Figura 4.</b> Delimitación de las unidades experimentales.....	37
<b>Figura 5.</b> Disposición de unidades de muestra en el terreno para determinar el área mínima. ....	38
<b>Figura 6.</b> Distribución de áreas mínimas fijas en unidades experimentales. ....	39
<b>Figura 7.</b> Delimitación de áreas mínimas en las unidades experimentales. ....	39
<b>Figura 8.</b> Identificación de los distintos tratamientos. ....	40
<b>Figura 9.</b> Preparación y aplicación de biol a las unidades experimentales.....	41
<b>Figura 10.</b> Marco de 0,25 m <sup>2</sup> con malla para el cálculo de cobertura vegetal. Izquierda, marco con malla colocado en una parcela de muestreo. Derecha, esquema de dicho marco de 0,25x0,25 m de longitud interior, subdividido en celdillas de 5x5 cm, donde se calculó el % de cobertura vegetal.....	44
<b>Figura 11.</b> Marco de 1 m <sup>2</sup> con malla. Izquierda, marco con malla colocado en una parcela de muestreo. Derecha, esquema de dicho marco de 1x1 m de longitud interior, subdividido en celdillas de 10x10 cm.....	45
<b>Figura 12.</b> Puntero con dos agujas para el muestreo simultáneo de dos puntos separados 50 cm entre si .....	46
<b>Figura 13.</b> Croquis del diseño experimental .....	49
<b>Figura 14.</b> Toma de datos para el cálculo de la cobertura vegetal en % .....	50
<b>Figura 15.</b> Toma de datos con el puntero avanzando perpendicular a la ladera .....	51
<b>Figura 16.</b> Conteo del número de muestras que contienen las especies vegetales dentro el marco enrejado de 10x10 (cm).....	52
<b>Figura 17.</b> Medidas de la altura de especies vegetales .....	53
<b>Figura 18.</b> Colocado de las muestras de materia verde en la mufla a 105° .....	54
<b>Figura 19.</b> Promedios mensuales de temperaturas máximas y mínimas .....	55

<b>Figura 20.</b> Precipitación mensual registrada durante la investigación. ....	56
<b>Figura 21.</b> Relación porcentual de las familias botánicas presentes en el área de estudio.....	61
<b>Figura 22.</b> Cobertura vegetal en porcentaje (%).....	63
<b>Figura 23.</b> Incremento de la cobertura vegetal en porcentaje.....	63
<b>Figura 24.</b> Cobertura vegetal por familias en % (promedios).....	70
<b>Figura 25.</b> Densidad en la vegetación por familias en % (Promedios) .....	73
<b>Figura 26.</b> Distribución promedio de la frecuencia en la vegetación por familias en % de una pradera nativa en condición de ladera.....	77
<b>Figura 27.</b> Vigor de vegetación en % especie: <i>Nasella</i> sp.....	80
<b>Figura 28.</b> Rendimiento de materia seca en kg/ha .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales tipos de vegetación que constituyen las praderas nativas existentes en Bolivia.....	12
<b>Tabla 2.</b> Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos .....	28
<b>Tabla 3.</b> Dosis de biol aplicado a los tratamientos .....	42
<b>Tabla 4.</b> Descripción de los tratamientos .....	47
<b>Tabla 5.</b> Dimensiones del área experimental .....	48
<b>Tabla 6.</b> Resultados del análisis químico del biol.....	57
<b>Tabla 7.</b> Existencia de plantas clasificadas por familia, especie y nombre común en la pradera nativa en condición de ladera.....	59
<b>Tabla 8.</b> Relación porcentual de familias botánicas .....	60
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza para cobertura vegetal en porcentaje en la fase final de evaluación. ....	64
<b>Tabla 10.</b> Comparación de medias del porcentaje de cobertura vegetal en los diferentes tratamientos.....	64
<b>Tabla 11.</b> Cobertura vegetal por familias y especies en porcentaje.....	66
<b>Tabla 12.</b> Cobertura vegetal por familias en porcentaje ( Inicio y final ).....	69
<b>Tabla 13.</b> Efecto de los tratamientos con niveles de biol en la densidad de la vegetación por familias y en porcentaje (Inicio y final). ....	72
<b>Tabla 14.</b> Comparaciones de porcentajes del incremento de densidad en la vegetación al inicio y al final de experimento, aplicando niveles de biol.....	74
<b>Tabla 15.</b> Efecto de los tratamientos de biol en la frecuencia de vegetación por familias en % (Inicio y final). ....	76
<b>Tabla 16.</b> Vigor de especies clave en porcentaje al inicio y final. ....	79
<b>Tabla 17.</b> Alturas promedio de plantas de las especies clave en (cm) .....	79
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza para el vigor de vegetación .....	80
<b>Tabla 19.</b> Comparación de medias del porcentaje de vigor en los diferentes niveles de biol.....	81
<b>Tabla 20.</b> Rendimiento de materia seca (MS) kg/ha .....	83
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca .....	84

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Materiales necesarios para la toma de datos en los métodos utilizados para la presente investigación:.....	102
<b>Anexo 2.</b> Calendario de la aplicación de biol, cantidad de biol y solución diluida aplicado por tratamientos. ....	103
<b>Anexo 3.</b> Análisis de las características del biol – bovino.....	104
<b>Anexo 4.</b> Fichas de cada una de las especies vegetales pertenecientes a la pradera nativa en condición de ladera en estudio. ....	105
<b>Anexo 5.</b> Datos registrados en campo para la evaluación de la pradera nativa en condición de ladera en estudio.....	118
<b>Anexo 6.</b> Investigación en la recuperación de la pradera nativa en estudio. ....	123
<b>Anexo 7.</b> Formulario 1 para el censo de especies vegetales presentes en la pradera nativa en condición de ladera en estudio. ....	125
<b>Anexo 8.</b> Formulario 2 para determinar la cobertura vegetal en %.....	126
<b>Anexo 9.</b> Formulario 3 para determinar la cobertura vegetal por especies. ....	127
<b>Anexo 10.</b> Formulario 4 para determinar la densidad de vegetación en %. ....	128
<b>Anexo 11.</b> Formulario 5 para determinar la frecuencia de vegetación en %. ....	129

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA; con el objetivo de evaluar la influencia de niveles de biol bovino en la recuperación de una pradera nativa en condición de ladera. La investigación se realizó haciendo uso de biol, en distintos niveles de dosis, aplicados de manera foliar; el segundo objetivo fue evaluar el efecto del biol en el incremento de la cobertura vegetal y el rendimiento de materia seca. El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con 4 repeticiones y 4 tratamientos distribuidos aleatoriamente en las 16 unidades experimentales; el factor de estudio fue los diferentes niveles de biol bovino (0% testigo, 20%, 40% y 60%). Las variables evaluadas fueron: Cobertura vegetal en %, cobertura vegetal por especie, frecuencia de vegetación, densidad de vegetación, vigor de vegetación y rendimiento de materia seca. En los resultados alcanzados de acuerdo a los análisis estadísticos se observaron diferencias estadísticas respecto al efecto de la aplicación de biol bovino en la cobertura vegetal, densidad, vigor de vegetación y rendimiento de materia seca; registrándose un incremento de cobertura vegetal más alto con el tratamiento 3 (60% de biol), donde en el comienzo del trabajo de investigación la cobertura inicial de la pradera era 55.32% y al final del estudio esta incrementó en un 86%, resultando ser así el tratamiento con mayor efecto sobre la cobertura vegetal de la pradera nativa. Al finalizar la investigación se pudo cuantificar el rendimiento de materia seca en kg/ha de cuatro especies que se seleccionaron por presentar características de ser plantas forrajeras, perenes y palatables; al obtener el resultado mucho más sobresaliente se tomó como ejemplo a la especie *Nasella* sp. la cual obtuvo un mayor rendimiento de materia seca con el tratamiento 3 (60% de biol); esta especie con el tratamiento 0 al cual no se aplicó biol obtuvo 390.76 kg/ha en cambio con el tratamiento 3 se logró un alto rendimiento de 897.14 kilogramos de materia seca por hectárea.

**Palabra clave:** Biol, niveles, ladera y recuperación.

## SUMMMARY

The present research work was carried out at the Choquenaira Experimental Station under the Faculty of Agronomy - UMSA; with the objective of evaluating the influence of bovine biol levels in the recovery of a native grassland condition. The investigation was carried out with the use of biol, in different dose levels, applied in a foliar way on a native pasture; The second objective was to evaluate the effect of biol on the increase of plant cover and dry matter yield. The experimental design used was blocks completely randomized, with 4 repetitions and 4 treatments randomly distributed in the 16 experimental units; The study factor was the different levels of bovine biol (0% control, 20%, 40% and 60%). The variables evaluated were: Vegetation cover in%, vegetation cover by species, frequency of vegetation, density of vegetation, vigor of vegetation and yield of dry matter. In the results obtained according to the statistical analyzes, statistical differences were observed regarding the effect of the application of bovine biol on the vegetation cover, density, vegetation vigor and dry matter yield; registering a higher increase in plant cover with treatment 3 (60% of biol), where at the beginning of the research work the initial coverage of the prairie was 55.32% and at the end of the study it increased by 86%, turning out to be thus the treatment with the greatest effect on the vegetation cover of the native prairie. At the end of the investigation it was possible to quantify the yield of dry matter in kg / ha of four species that were selected for presenting characteristics of being forage plants, perennial and palatable; to obtain the much more outstanding result, *Nasella* sp. which obtained a better dry matter yield with treatment 3 (60% of biol); This species with treatment 0 to which biol was not applied obtained 390.76 kg / ha, however, with treatment 3, a high yield of 897.14 kilograms of dry matter per hectare was achieved.

**Keyword:** Biol, levels, slope and recovery.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las praderas nativas son pastizales naturales que se encuentran en tierras no cultivadas, donde crecen en forma espontánea plantas propias de la región, así por ejemplo en el Altiplano se tienen Chilliwares, Pajonales, Th'olares, Gramadales, Tholar-pajonal; etc. En el Altiplano boliviano, la existencia de importantes áreas con pasturas naturales, favorece la cría de ganado camélido, ovino y vacuno criollos, constituyéndose en una de las actividades económicas más importantes de esta región.

Debido a las condiciones climáticas extremas del Altiplano (sequias, heladas, etc.), la agricultura a secano es muy riesgosa, por lo que los ganaderos utilizan como estrategia para sobrevivir un mayor número de animales por unidad de superficie en relación a la capacidad de carga que puede soportar la pradera, por tanto cada vez más las praderas se ven degradadas (Orsag, 2000).

Las condiciones climáticas del Altiplano boliviano son adversas, con periodos marcados de heladas y escasez de agua lo que representa un auténtico reto para la producción agropecuaria. Los amplios recursos forrajeros nativos existentes constituyen la principal fuente de alimentación y la existencia de las mismas, permite el desarrollo del ganado de altura, que representa una importante actividad económica de las familias.

En la actualidad el uso de abonos orgánicos viene adquiriendo mayor importancia social económica y medio ambiental, uno de ellos es el biol, que es un abono líquido que se obtiene de la fermentación anaeróbica de restos orgánicos de animales en un biodigestor, este se aplica por lo general en las hojas de la planta, este abono es capaz de promover actividades fisiológicas, estimular el desarrollo de las plantas y favoreciendo la recuperación pronta de las plantas dañadas por la helada y la granizada.

La fertilización de praderas se ha constituido en una importante herramienta en el desarrollo de la ganadería, siendo la fertilización orgánica foliar con biol, una práctica que aporta nutrientes inmediatamente hecha su aplicación, por tanto, los resultados

en la recuperación e incremento de la cobertura vegetal de la pradera nativa pueden ser observados en corto tiempo.

### **1.1 Justificación**

Ante los serios problemas de degradación que sufren las praderas nativas del Altiplano boliviano, consecuencia del sobrepastoreo, la escasa materia orgánica presente en las praderas nativas, entre otros; considerando que estas coberturas son la base para las actividades ganaderas, es importante buscar e implementar alternativas de solución, como por ejemplo el cercado de praderas, el pastoreo rotativo, la fertilización con la incorporación de abonos orgánicos, etc.

Las condiciones climáticas adversas que afectan al Altiplano boliviano (sequías, heladas, granizadas) durante el periodo de crecimiento de las plantas, incluido los suelos pobres y rocosos que existe en las laderas hacen que algunas especies nativas presenten una cobertura vegetal reducida resultando así un menor rendimiento de materia verde, por tanto una menor cantidad de alimento para el ganado; la aplicación foliar de biol es capaz de mitigar estas condiciones adversas y promover el incremento de cobertura vegetal de especies nativas, logrando así un mayor rendimiento de materia verde, de esta manera evitar la pérdida de la producción ganadera en épocas de sequía.

Debido a estos problemas, surgió la necesidad de realizar un estudio que pueda generar conocimientos sobre la recuperación de praderas mediante la aplicación de diferentes niveles de fertilización con biol bovino, con el propósito de mejorar el rendimiento de materia verde y seca; de esta manera lograr una mayor seguridad alimentaria para el ganado de altura, especialmente reservado para la época seca.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Evaluar la influencia de niveles de biol bovino en la recuperación de una pradera nativa en condición de ladera en la Estación Experimental Choquenaira.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las distintas especies nativas presentes en la pradera nativa en condición de ladera, al momento de dar inicio el estudio.
- Evaluar el efecto de los niveles de fertilización orgánica foliar (biol) en el incremento de la cobertura vegetal, densidad, frecuencia y vigor de vegetación y en otros parámetros de medición en la vegetación.
- Cuantificar el efecto de los tratamientos en la cantidad de materia verde y seca en conjunto, en cada unidad de tratamiento.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Definiciones de pradera nativa

Flores y Bryan (1989), definen una pradera nativa, como un área en la cual el potencial natural de la comunidad de plantas presentes, está compuesta principalmente de: gramíneas, graminoides, ciperáceas, juncáceas, etc; hierbas y arbustos de valor alimenticio para los animales de pastoreo en una cantidad suficiente para justificar el pastoreo.

Mariscal (1962), define una pradera, como aquella que tiene un 90 % de especies deseables, existiendo tan solo 10% de especies invasoras o indeseables, además afirma que este tipo de pastizales son los que tiene mayor capacidad de pastoreo y no se aprecian en el los síntomas de erosión, porque las densidades de las plantas forman una cubierta vegetal perfecta que impide que ocurra esto.

Por su parte, Zarate (1997), indica que la pradera natural o campos nativos de pastoreo son tierras donde la vegetación nativa está compuesta principalmente de pastos y hierbas, muy parecidas a las gramíneas y están destinados en su totalidad para el pastoreo del ganado.

Según Pérez (2009), las praderas nativas o campos nativos de pastoreo (CANAPAS), son pastizales no cultivados, que ocupan un área de terreno, tienen su origen en comunidades pratenses, en las cuales se conserva una alta proporción de los componentes del ecosistema natural original. La ganadería andina (ovinos, bovinos y camélidos), se desarrolla en el 18.4% del total del territorio nacional, lo que corresponde a 201.924 Km<sup>2</sup>. La alimentación de esta ganadería en un 90% está basada en los forrajes que proveen las diferentes asociaciones vegetales de los campos naturales de pastoreo y el 10% corresponde a praderas introducidas o forrajes cultivados.

Flores (2005), menciona que las praderas alto andinas se encuentran entre 3.800 a 4.400 m.s.n.m y están compuestas por una vegetación cuya época de crecimiento coincide con la estación de lluvias.

En términos generales, las praderas naturales son aquellas tierras que, por ser demasiado secas, húmedas, calurosas, frías, empinadas, poco profundas y/o infértiles, no pueden dedicarse a los cultivos (Huss *et al.*, 1996).

Foster (1990), afirma; un pastizal, bien atendido, absorbe más agua que un campo cultivado de igual pendiente, o que un pastizal similar donde el apacentamiento ha sido excesivo, el agua así ahorrada significa tener más forraje y mayor aumento de peso del ganado.

### **3.2 Características de las praderas nativas en el altiplano boliviano**

Meneses y Barrientos (2003), indica que Bolivia tiene una extensión de 1.098.581 Km<sup>2</sup>, se encuentra dividido en tres macro regiones ecológicas: Altiplano y Alto andino al Oeste, Vallés Meso térmicos en el Centro y los llanos Tropicales al Este. El Altiplano abarca una superficie de 246.253 Km<sup>2</sup>, equivalente al 22,4% del territorio de Bolivia.

Según, Barón (1989), el Altiplano se caracteriza por tener una estación de invierno bien definida y bastante seca, con presencia de fuertes heladas y un sobrepastoreo excesivo.

Alzerreca (1986), menciona que las praderas nativas son denominadas también campos naturales de pastoreo, ya que el 95% de los forrajes consumidos por los animales en el Altiplano provienen de estos y solamente el 5% de la producción forrajera.

En el diagnóstico del consorcio “PIRWA” (2000), indica que 40.844.14 hectáreas son utilizadas para el pastoreo (408,44 Km<sup>2</sup>). La misma fuente menciona que a nivel nacional los forrajes cultivados, restos de cosechas y rastrojos aportan el 2% de la materia seca y los campos nativos de pastoreo el restante 98%.

A nivel regional, las praderas nativas constituyen la base de la producción ganadera, a partir de ella se generan ingresos destinados a la compra de alimentos y artículos que no se producen en la zona (PIRWA, 2000).

Ayala y Aranda (1999), mencionan que el 60% del Altiplano está formado; por praderas nativas y en la composición florística presentan distribución con marcadas diferencias

en sus componentes vegetales, como respuesta a las variaciones de: la altitud, manejo, suelo, topografía y clima.

Cardozo (1989), citado por Román (1985), señala cuatro formaciones vegetales de interés forrajero para el Altiplano, estas son: bofedales, ahijaderos, tholar pajonal y pastizales.

### **3.3 Importancia de las praderas nativas**

Quisbert (2002) menciona que, las praderas naturales en Bolivia, no solo tiene relación con la actividad, sino también en aspectos de conservación del medio ambiente y los recursos bióticos. Contribuyendo en la protección del suelo en, la retención del agua de lluvia, el cobijo y sustento de los animales silvestres, el mejoramiento de la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo como también el mantenimiento de las cuencas.

La importancia de las praderas naturales en Bolivia, no solamente está en relación con la actividad pecuaria, sino también en aspectos de conservación del medio ambiente y los recursos bióticos renovables (Morales, 1990).

Tichit (1991), afirma que casi el 100% del recurso alimenticio esta proporcionado por la pradera nativa. Mientras que los forrajes introducidos y residuos de cosecha son usados para las especies no nativas, cuya resistencia a la mala nutrición es menor que en los camélidos.

De acuerdo Huss *et al.*, (1996), las praderas naturales son muy importantes y se constituyen en la fuente de alimentación de la ganadería, protección del suelo de factores erosivos, almacenamiento de agua, producción de fauna silvestre y producción de oxígeno al medio ambiente.

Alzerreca (1986), considera la gran importancia que tienen las praderas con relación a la producción pecuaria, también resalta en otros aspectos benéficos, como:

protección del suelo, retención del agua, protección a la fauna silvestre, atenuación de la evaporación, contribución con sus tejidos orgánicos a mejorar las condiciones físico-químicas del suelo; asimismo, las praderas nativas estabilizan las áreas en proceso de erosión y favorecen en el mantenimiento de las cuencas, contribuyendo en general a la protección del medio ambiente.

La producción de carne roja, queso, cueros y lana según Barrientos, (2002) en la zona andina de Bolivia, proviene casi exclusivamente de los sistemas agropastoriles y pastoriles de pequeños productores campesinos. Se estima que más del 98% del forraje que consumen los animales proviene de las praderas nativas.

### **3.4 Bases conceptuales en ecología de praderas**

Para la interpretación de los diversos cambios que se producen en la vegetación, relacionados con la ecología, es necesario describir los procesos de más interés, que se operan a diferentes niveles dentro del sistema de una pradera.

#### **3.4.1 Hábitat y comunidad vegetal**

Bernardon (1987), define como el medio en que vive una planta o un animal que está caracterizado por una serie de factores edáficos, fisiográficos y bióticos, los cuales determinan un medio ambiente característico. La comunidad vegetal puede prosperar en un hábitat determinado con características ecológicas similares.

Morales (1998), indica que donde los factores ambientales son similares vamos a encontrar también una vegetación muy parecida. Muchas de estas formaciones, en menor o mayor porcentaje ya no cuentan con especies vegetales nativas del lugar, esto, porque existe una influencia del hombre a través de las diferentes prácticas: agricultura, tala, fuego y cría de ganado. Así, las praderas del altiplano son modificadas por el pastoreo de diferentes tipos de ganado. La consecuencia del sobrepastoreo es un suelo con cobertura vegetal baja donde crecen plantas espinosas y tóxicas que no son consumidas por los animales.

### 3.4.2 Sucesión vegetal

Florez y Malpartida (1987), definen como el proceso unidireccional por el cual una comunidad va siendo reemplazada por otra por un cambio en el hábitat e invasión de nuevas especies.

Bernardon (1987), se refiere a la sucesión vegetal como un proceso de desarrollo de la vegetación por el cual una comunidad de plantas va siendo reemplazada por otra a través del tiempo. Ello implica un concepto dinámico, donde la comunidad de plantas está en permanente cambio.

### 3.4.3 Sucesión primaria

Es la que se inicia sobre un área desnuda, donde no hubo vegetación previa. Según el hábitat, a partir del cual se desarrolla, se diferencian tres tipos de sucesión primaria: Xérica, hídrica y mélica:

- **Xérica:** Cuando la sucesión primaria se inicia a partir de un hábitat extremadamente seco.
- **Hídrica:** Este tipo de sucesión primaria ocurre cuando se inicia a partir de un hábitat húmedo.
- **Mélica:** Cuando la sucesión primaria comienza a partir de un hábitat intermedio.

### 3.4.4 Sucesión secundaria

Florez y Malpartida (1987), señalan que se inicia cuando la sucesión primaria es interrumpida por algún factor externo a la sucesión normal y destruye las principales especies de una comunidad ya establecida.

### 3.4.5 Clímax de praderas

Rojas (1997), lo precisa como la más alta expresión de la posible vegetación un clima específico, un equilibrio que existe entre la vegetación y su ambiente.

Paladines (1992), define al clímax como el estado en el cual un ecosistema tiene la máxima biomasa y su naturaleza florística que no ha sido intervenida por ningún factor externo (hombre o animales).

En tanto, Huss *et al.* (1996), describen que es la etapa más alta del desarrollo de la comunidad, donde el ecosistema está en el punto más alto de su productividad, manteniendo así un estado de equilibrio dinámico entre gramíneas altas, gramíneas bajas y arbustos.

Flores y Malpartida (1992), resaltan que todas las vegetaciones no han llegado al clímax climático. Muchas se han detenido en alguna etapa, debido a algún factor, como es suelo, la topografía, el fuego, etc. Tal es el caso de la pradera nativa, que puede considerarse como clímax, pero no climático, sino más bien topográfico, biótico, edáfico, etc., según sea la causa que detuvo la sucesión.

#### **3.4.6 Regresión de una pradera**

El equilibrio dinámico alcanzado en una comunidad clímax, o también a partir de cualquier fase de la sucesión previa al clímax, puede ser roto por la acción de factores ajenos al normal desarrollo del sistema. Por ejemplo: un sobrepastoreo puede crear una situación de desequilibrio en la vegetación e iniciarse desde allí un proceso de regresión (Bernardon, 1987).

El concepto de regresión es importante para interpretar y planear el manejo de praderas nativas ya que permite identificar y ubicar las etapas en las cuales se encuentra la comunidad vegetal; es este el punto clave según plantea Bernardon (1987), para tomar decisiones de manejo como por ejemplo el de disminuir la carga animal de un potrero.

### **3.4.7 Sitio de una pradera**

La caracterización de sitios de praderas es de importancia para la toma de decisiones en cuanto al manejo del mismo, considerándose sitio a un área de pradera general, que difiere de otra en su potencial para producir plantas forrajeras nativas. Un sitio tiene una combinación climática, edáfica, topográfica y de factores bióticos, que es diferente a las áreas adyacentes y puede ser considerado como unidad para propósitos de discusión, investigación y su manejo (Flores, 1974 citado por Oscanoa, 1988).

### **3.4.8 Condición de una pradera**

La condición de una pradera natural se define como el estado actual de vegetación de un sitio en relación a la comunidad de plantas clímax. También se puede definir como el estado de salud de la pradera basado en lo que el mismo es capaz de producir en forma natural (Bernardon, 1987).

Flores (1984), citado por Oscanoa, (1988), describe la condición como el estado de sucesión de la pradera en relación con su potencial, esta puede ser mejorada o deteriorada; la dirección a la cual se dirige se denomina tendencia de la pradera.

### **3.4.9 Tendencia de una pradera**

Tendencia son los signos que permiten decir si el carácter de la sucesión es regresiva (regresión), o sucesión progresiva (sucesión secundaria).

Entre los signos más importantes para determinar la tendencia, están: el vigor y el potencial de reproducción de las especies deseables e indeseables, plantas muertas o que se marchitan, escasa producción de semilla, erosión y compactación del suelo, escaso mantillo y áreas de suelo desnudo.

Los datos para determinar la tendencia son tomados periódicamente mediante técnicas de muestreo haciendo lectura de datos de frecuencia, densidad, cobertura y producción; de esta manera, mediante la apreciación de la condición y tendencia se puede realizar cambios y ajustes en el manejo que pueden ser decisivos para el uso y conservación de este recurso (Flores, 1974 citado por Oscanoa, 1988).

### 3.5 Clases de praderas nativas

Según Ayala y Aranda (1999), las clases de praderas nativas son las siguientes:

- **Praderas anuales:** Formadas por las especies: aguja, kora, chijchipa, entre otros.
- **Praderas bianuales:** Esta clase de praderas se encuentran formadas por especies pertenecientes a la familia de las leguminosas: lupinos, vicias y bromus.
- **Praderas perennes:** Formadas por gramíneas como: la chillihua, leguminosas; como el layu layu, arbustos como la thola, festuca y otros.

### 3.6 Tipos de praderas nativas

Las praderas nativas o campos nativos de pastoreo (CANAPAS), son pastizales no cultivados, que ocupan un área de terreno, tienen su origen en comunidades pratenses, en las cuales se conserva una alta proporción de los componentes del ecosistema natural original. La ganadería andina (ovinos, bovinos y camélidos), se desarrolla en el 18.4% del total del territorio nacional, lo que corresponde a 201.924 Km<sup>2</sup>. La alimentación de esta ganadería en un 90% está basada en los forrajes que proveen las diferentes asociaciones vegetales de los campos naturales de pastoreo y el 10% corresponde a forrajes cultivados (Pérez, 2009).

Alzérreca (1987), describe los principales tipos de CANAPAS existentes en Bolivia y las especies vegetales que las caracterizan, las mismas se encuentran en detalle en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1.

**Principales tipos de vegetación que constituyen las praderas nativas existentes en Bolivia.**

TIPOS DE PRADERAS	GÉNEROS Y ESPECIES REPRESENTATIVAS
BOFEDALES	Distichia muscoides, Oxychloe andina, Plantago tubulosa, Carex, Ranunculus, Calamagrotis, Poa, Juncus y otras spp.
PAJONALES DE IRU ICHU	Festuca orthophylla, Stipa spp, y Calamagrostis.
CHILLIHUARES	Festuca dolichophylla, Lachemilla pinnata, Trifolium amabile.
T'HOLARES	Parastrephia spp., Baccharis spp., Senecio spp., Adesmia spp.
PAJONALES DE ICHU	Stipa ichu, Stipa spp., Erodium cicutarum, Aristida spp.
T'HOLAR PAJONAL	Parastrephia, Baccharis, Festuca, Stipa, Nasella spp.
MATORRALES DE POLYLEPIS	Polylepis tomentella, P. tarapacana, Festuca y Stipa spp.
PAJONALES DE QUEÑUA	Calamagrostis vicunarum, Calamagrostis curvula.
GRAMADALES	Distichlis humilis, muhlenbergia fastigiata.

Fuente: (Alzérreca, 1987)

CIPCA (1998), señala que en el Altiplano boliviano existen ocho tipos de praderas nativas: los pajonales de Iru ichu, pajonales de Ichu, Tholares, pajonales, Gramadales, Chilliguares, Kauchiales y Bofedales o Jokonales, los cuales se detallan a continuación:

- a) **Pajonal de Iru Ichu.** Son lugares donde existe mayor cantidad de paja brava (*Festuca orthophylla*). Los suelos de estos pajonales son arenosos y pobres, generalmente la paja brava es la única especie de esta pradera, pero puede también existir otras en menores cantidades como chiji, llapa, yawara y pichuya. Debido a la baja cobertura que ofrece, la biomasa producida también es menor que en los otros pastizales y el forraje producido anualmente, muy escasamente alimentaría 0,6 U.O. hectárea/año, (Tapia y Flores, 1984).
- b) **Pajonal de Ichu.** Son praderas con mayor cantidad de sicuya (*Stipa ichu*) gramínea que tiene bajo valor nutritivo, esta planta es consumida en época de escasez de alimento. Dentro de esta pradera existe también la llapa, los chijis

y en lugares muy pobres es frecuente encontrar kayllas, ñahuayas y garbancillos. Estos pastizales son de muy baja capacidad de carga a pesar de que aparentemente muestran una buena biomasa. Se considera que la carga máxima sería de 1 U.O. hectárea/año, pero que quizás las llamas utilizaran mejor estos pastizales (Tapia y Flores, 1984).

- c) Tholares.** Praderas donde existe mayor dominancia de Supo tholas (*Parastrephia lepidophylla*) y Ñaka tholas (*Baccharis boliviensis*). En esta pradera también se puede encontrar senecios, kayllas, qoras y algunas cactáceas como el waraku.
- d) Tholar-Pajonal.** Es una pradera mixta formada por tholas y pajas perennes donde llegan a ser dominantes las pajas resistentes a la quema y al pastoreo, tales como la Sikuya y la paja brava.
- e) Gramadal.** Esta pradera está formada principalmente por gramíneas, como el Chiji blanco (*Distichlis humilis*) el Chiji negro (*Muhlenbergia fastigiata*), el Atriplex y otras especies. Los gramadales presentan suelos húmedos, salinos y muy resistentes al pastoreo (Tapia y Flores, 1984).
- f) Chilliwares.** Estas praderas son dominadas por la Chilliwa (*Festuca dolichophylla*), dispersas entre los chilliwares se encuentran algunas Poas y Layos (tréboles), otras especies presentes en este tipo de praderas son el Ch'iji negro y en lugares más húmedos esta la especie Sillu sillu. La biomasa producida por esta vegetación sería de 5 a 6 toneladas de materia seca por temporada. Si solo el 50% de esta vegetación se utilizará como forraje, se puede estimar que la carga potencial máxima de este pastizal podría ser de 8 a 10 U.O. por hectárea/año (Tapia y Flores, 1984).
- g) Kauchiales.** Praderas donde predomina el Kauchi (*Suaeda foliosa*), especie de alto valor nutritivo. La ventaja de esta pradera es que el Kauchi rebrota entre agosto y noviembre (época seca) y puede aprovecharse para pastoreo. El kauchi puede estar asociado con las especies Liwi liwi, Cola de ratón y en menores cantidades Chijis perennes, que crecen en suelos altamente salinos e inundadizos.

**h) Bofedales o Jokonales.** Son praderas nativas pequeñas y de elevado potencial forrajero. Los bofedales se caracterizan por localizarse en suelos muy húmedos, ubicados generalmente en vertientes y bordes de riachuelos. En este tipo de praderas predomina la Grama salada (*Distichlis humilis*), el Jincho jincho (*Plantago monticola*) y las Kotas. La producción de biomasa no es muy alta pero ofrece un alto porcentaje de uso forrajero y un crecimiento bien distribuido durante todo el año, razón por la cual la capacidad de carga es mucho más elevada, entre 8 a 12 U.O. hectárea/año, (Tapia y Flores, 1984).

### 3.7 Clasificación de las plantas en respuesta al pastoreo

Choque (2001) señala que, para determinar las clases de condición de la pradera dentro de un sitio, las especies forrajeras deben ser agrupadas en tres categorías basadas principalmente, en su respuesta a la presión de pastoreo como: plantas deseables o decrecientes, plantas acrecentantes y plantas invasoras, como se describe a continuación:

- a) Plantas deseables o decrecientes.** Las plantas deseables o decrecientes son forrajeras altamente productivas e importantes en número y palatabilidad, son especies notables que se encuentran en pequeñas proporciones en una comunidad vegetal, por estas características son seleccionadas y consumidas preferentemente por los animales (Choque, 2001).
- b) Plantas poco deseables o acrecentantes.** Choque (2001) indica que existen dos tipos de plantas acrecentantes:
  - **Tipo I:** Son especies moderadamente palatables, que inicialmente aumentan a medida que las especies decrecientes disminuyen, pero finalmente declinan en su porcentaje debido a efectos de mayor intensidad de pastoreo, son especies consideradas de condición regular a condición buena.
  - **Tipo II:** Son especies pobres, esencialmente no palatables, muchas de estas especies tienen poco o ningún valor forrajero. Las plantas tóxicas están en esta categoría.

Kurmi (1995), indica que son especies permanentes, que sin ser apetecibles para el ganado, son consumidas en segunda prioridad, cuando las especies deseables están ausentes.

**c) Plantas indeseables o invasoras.** Conformadas por especies de carácter invasor pero que cumplen la función de control de erosión del suelo. Su presencia es indicador de la sobreutilización del pastizal; son plantas que no están presentes en el clímax (Kurmi, 1995). Las plantas invasoras son las que vienen de otros sitios y se introducen en la comunidad, cuando la pradera está debilitada por factores como el sobrepastoreo, las plantas tienen pocas especies que pertenecen a esta categoría (Flores y Malpartida, 1992).

### **3.8 Métodos de medición de las praderas**

#### **3.8.1 Transecto**

Como señalan Flórez y Malpartida (1992), la medición de las praderas se obtiene a lo largo de una línea recta, cada dos pasos simples equivalente a un metro y se hace uso de un cuadrante o anillo censador, que consiste en la toma de muestras por señalamiento, toque de un punto o punta de zapato con un anillo censador. En cada punto, se debe anotar según se presente, especies vegetales, mantillo, especies inferiores (musgos), suelo desnudo, roca y estado de erosión; este método es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que muestra la vegetación.

Gutiérrez y Vera (2009), indican que el transecto al paso, es un método muy eficiente que permite considerar la palatabilidad de los pastos de la pradera nativa y la preferencia de consumo de una especie vegetal por una especie animal.

El transecto se define como una línea recta a lo largo del sitio, tomando muestreo de 100 observaciones obtenidas por señalamiento o toques con el anillo censador, a la punta del zapato en la pradera a cada dos pasos simples. (Gutiérrez y Vera, 2009)

### **3.8.2 Punta de pie**

Es una variación práctica de esta metodología que consiste en dejar caer un punto en forma vertical en una línea registrada de la vegetación, de la misma manera cuando se utiliza la armadura (Flores y Malpartida, 1992).

### **3.8.3 Técnicas del Cuadrante**

BOLFOR (2000), indica que el método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos.

El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Por su facilidad de determinar la cobertura de especies, los cuadrantes son muy utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea (Cerrado, Puna, Praderas). Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase o tipo de plantas.

## **3.9 Evaluación de pastizales**

### **3.9.1 Mediciones cualitativas**

Son mediciones rápidas, de bajo costo y pueden ser muy descriptivas. Se basan principalmente en observaciones oculares, por los que deben ser realizadas por observadores experimentados (Alzerreca, 1992).

Huss *et al.*, (1986), señala que la vegetación puede ser medida cualitativa o cuantitativamente. Las medidas cualitativas son rápidas, de bajo costo y pueden ser muy descriptivas, pero no pueden ser analizadas estadísticamente.

Huss *et al.*, (1986), indica que existen dos medidas importantes que pueden determinarse mediante observaciones visuales estas son: la condición del pastizal y su tendencia, como el grado de utilización; la técnica requiere fijar unidades de medida de referencia y tablas de apreciación que provienen de censos vegetales dirigidas por expertos.

### **3.9.2 Mediciones cuantitativas**

Huss *et al.*, (1986), las medidas cuantitativas requieren de mayor tiempo son costosas y en ocasiones son difíciles de analizar; a pesar de estas desventajas, son las medidas más deseables y los datos pueden ser analizados estadísticamente.

El mismo autor menciona en el manejo de praderas naturales no basta conocer su composición florística cualitativa. Para completar el conocimiento de la composición florística es necesario cuantificar, para ello se usan diversos parámetros de medida, que dan una idea de la composición relativa de las especies que conforman una pradera.

Huss *et al.*, (1986), enuncia conceptos de los parámetros: frecuencia, densidad, cobertura y peso, los que se reproducen textualmente por ser las medidas básicas para establecer relaciones cuantitativas más complejas.

### **3.9.3 Parámetros de medición en la vegetación**

#### **3.9.3.1 Frecuencia**

La frecuencia, se refiere a cuantas veces aparece una especie en los relevamientos, puede ser expresado en números enteros o en porcentaje. Morales (1988) define también la frecuencia, como un parámetro que da una idea de la presencia o ausencia de una especie en la pradera.

Huss *et al.*, (1986), esta medida permite ubicarse en un pastizal cuando recién se comienza a hacer las primeras exploraciones del mismo; numéricamente se expresa, como la relación entre el número de muestras que contiene una especie y el número total de muestras expresado en porcentaje.

#### **3.9.3.2 Densidad**

Morales (1988), indica que la densidad es el número de individuos en una superficie determinada. Es un índice que da idea sobre la capacidad de regeneración de las plantas o la existencia de formas de reproducción vegetacional.

La densidad es un parámetro que mide el número de individuos de una misma especie por unidad de superficie en una comunidad vegetal (Huss *et al.*, 1996).

Flores y Malpartida (1992), definen la densidad como la relación entre el número de individuos de la misma especie observada en una superficie dada y la extensión total en estudio.

### **3.9.3.3 Cobertura vegetal**

Según Valdivia (1993), la cobertura vegetal o recubrimiento, es la proporción de terreno ocupado por vegetación, califica el porcentaje de abundancia de las diferentes formas de crecimiento de tipos biológicos.

La cobertura vegetal es como la proyección vertical de la porción aérea de la planta sobre la superficie del suelo y se expresa en porcentaje de dicha proyección (Huss *et al.*, 1986).

Al respecto Morales (1988), menciona que la cobertura vegetal representa la superficie cubierta por la proyección vertical de la parte aérea de la planta sobre el suelo. Esta medida indica si las condiciones ambientales del lugar son favorables o desfavorables para el crecimiento de las plantas, se expresa en porcentaje de la superficie del área de muestreo.

### **3.9.3.4 Cobertura vegetal por especies**

Pauli *et al.*, (2015), indica que si contamos con tiempo y observadores suficientes, podremos tomar datos más precisos de la cobertura de cada una de las especies. Ello nos permitirá aplicar herramientas estadísticas más avanzadas y obtener la relación especies/área.

La dificultad para estimar la cobertura por especies se debe a la variación de la superficie, forma y relieve. Por ello, el muestreo de la cobertura no se puede hacer de forma homogénea y rápida, sobre todo ante mosaicos de vegetación complejos e irregulares o donde la riqueza de especies sea elevada.

Existen muchas maneras para realizar la determinación de la cobertura por especies; existen varios métodos según sea la abundancia de una especie, su forma de crecimiento y su patrón de distribución. Por lo tanto, en el caso de una ladera o pendiente se sugiere una combinación del muestreo clásico de intercepción en línea de puntos (Halloy *et al.*, 2011).

El método de muestreo por intercepción en línea de puntos sirve para medir la cobertura de las especies, para ello se extenderá una cinta métrica, luego se pincha cada 50 cm una varilla (por ejemplo, agujas de tejer de 2 mm de diámetro) se recorrerá de forma perpendicular a la ladera; este es un instrumento de muestreo que debe tener dos varillas separadas una de la otra cada 50 cm.

Pauli *et al.*, (2015), se anotará el nombre de todas las especies de plantas interceptadas por las dos varillas, la primera muestra se tomará a 25 cm del extremo izquierdo del segmento. Se repetirá el proceso cada 50 cm a lo largo de la cinta. Como mínimo se deberán tener 100 contactos, para calcular el porcentaje de cobertura (por ejemplo, si usted tiene 300 puntos de contacto y la especie A se tocó 21 veces, su cobertura resultante sería del 7 %).

### **3.10 Degradación de las praderas nativas**

Tapia (1971), indica que los factores climáticos como, la precipitación pluvial es la que influye directamente tanto en la cobertura de las plantas como en la capacidad de pastoreo y finalmente en el sistema de manejo de las mismas.

Lara (1996), señala que la degradación es producto de la acción del viento y el agua, que han llevado consigo la fertilidad de la tierra, aniquilando así la subsistencia de la vegetación útil. Esto ha dado lugar a condiciones desérticas o al menos a áreas semiáridas.

Según Alzerreca (1982), el sobrepastoreo es inevitable debido al incremento constante de la población ganadera, particularmente en aquellas áreas donde los productores

tienen como único recurso de subsistencia, lo que definirá como falta de alternativa para los procesos de degradación de la cobertura vegetal y del suelo.

Las praderas nativas desde la introducción del ganado ovino, vacuno, caprino, etc., más las prácticas de pastoreos que no siempre son racionales, han sufrido un proceso regresivo en sus componentes hasta llegar a una pradera degradada de baja productividad. Así se estima que en general la pradera altiplánica estaría produciendo 10 veces menos de su potencial natural (Alzerreca, 1982).

Según Blanco (2009), la compactación es un proceso por el cual se comprime la masa de suelo como consecuencia de la aplicación de cargas o presiones. En términos físicos, la compactación disminuye el volumen de poros, modifica la estructura porosa y aumenta la densidad aparente. Estos cambios estructurales por compactación alteran las propiedades volumétricas del suelo, lo que repercute en el desarrollo y crecimiento de las plantas; estos cambios provocan una deficiente aireación y un suministro inadecuado de oxígeno para el desarrollo de las plantas. Así mismo, la degradación de la estructura del suelo por compactación provoca una ralentización o paralización del desarrollo de las raíces.

### **3.11 Importancia del herbario**

Lara (1976), define al herbario como una colección de plantas secas, preparadas y clasificadas para su estudio. Además sirve para poder conocer mejor las plantas.

Para Michel (1987), la importancia de la herborización y clasificación vegetal de los diferentes ecoregiones y donde están las praderas nativas, es de utilidad agronómica muy significativo, desde el punto de vista industrial, comercial, social, económico, medicinal y alimenticio. En otras palabras, es el significado económico del recurso natural de las praderas nativas.

Palma (1989), indica que un herbario es un conjunto de plantas desecadas que conservan sus partes de la forma más natural posible y nos sirve para poder conocer mejor las plantas.

### 3.12 Peso de materia vegetal seca y verde

La cantidad de forraje producida es de gran importancia, pues ella permite hacer cálculos de capacidad de pastoreo. Asimismo, el peso del forraje producido se mide en kilogramos por unidad de superficie, entonces se refiere a: peso de materia fresco y que es obtenida de la planta recién cortada, (Huss *et al.*, 1986).

#### 3.12.1 Peso de la materia seca

El peso seco del material vivo por unidad de área, se estima computando el peso seco de los individuos de la especie considerada (Matteucci y Colma, 1982). El mismo autor indica que el procedimiento utilizado consiste en cortar todo el material vegetal a nivel del suelo dentro de la unidad muestral y separa las partes correspondientes a cada categoría vegetal; luego se sacan separadamente y se pesan para ser expresados por unidad de área.

Delgadillo y Espinoza (2000), indican para la expresión del rendimiento en base a materia seca se determina previamente el porcentaje de materia seca. Para ello se toma, como mínimo 200 gramos de la muestra de forraje verde. Esta muestra se procede a secarla en el horno a una temperatura de 105°C hasta obtener un peso constante por espacio de 48 horas. El peso del forraje producido se mide en kg por unidad de superficie. Así un pastizal que produce 1.000 Kg por hectárea se expresa 1.000 Kg/ha.

Entonces:

Peso fresco: peso de la materia que resulta de la planta recién cortada.

Peso seco al aire: es el peso que resulta de la planta secada a la sombra, o en un horno secador a 70°C; este forraje contiene alrededor de 10 a 12% de humedad. Peso seco al horno: es el peso de la planta luego de haber sido secada en horno secador a 100 – 105°C hasta obtener un peso constante.

Segura (1987), afirma que la expresión del peso del forraje consumido, libre del contenido de agua, es por tanto la materia seca y se expresa en dos formas: materia

seca absoluta y materia seca al aire, esta última expresión da una información heterogénea, por cuanto depende de la humedad relativa del lugar en donde se secó.

### **3.13 Abonos orgánicos líquidos**

Sánchez (2003), explica que los abonos orgánicos líquidos son los desechos líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles (en biodigestores); estos funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Al respecto (Gomero, 1999) explica que los abonos orgánicos líquidos son aquellas sustancias que son obtenidos en base a la fermentación de residuos orgánicos y generalmente se aplican foliarmente, se sugiere su uso especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica.

Los abonos líquidos son biofertilizantes con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza, ceniza y otros aditivos, el cual se lo ha colocado a fermentar por varios días, todo ello bajo un sistema anaeróbico es decir sin la presencia de oxígeno (Restrepo, 2007).

Quispe (2003) indica que funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular. Los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

#### **3.13.1 Cualidades de los abonos líquidos**

Dentro de las cualidades Restrepo (2007), menciona que el abono orgánico líquido sirve para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas, al mismo tiempo sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, ayudan a sustituir los fertilizantes

químicos altamente solubles de la industria, los cuales son caros y vuelven dependientes a los agricultores, haciéndolos cada vez más pobres.

Los cultivos responden muy bien a los abonos líquidos, incluso en suelos contaminados e inactivados por el uso de venenos, cuando se aplica en cultivos deficientes nutricionalmente, el efecto de la aplicación es visible a las 24 horas (Restrepo, 2001).

### **3.14 Tipos de abonos líquidos**

Guerrero (1993), clasifican los abonos líquidos en los siguientes:

- Los denominados bioles, obtenidos por fermentación anaeróbica en biodigestores.
- Purines, procedentes del efluente de los establos.
- Te de estiércol, de elaboración parecida al biol.
- Purines con especies vegetales, el mismo tiene una definición distinta al obtenido en establos.

#### **3.14.1 El biol**

Martí (2013), define el biol es un fertilizante líquido que sustituye completamente al fertilizante químico, resultado del estiércol y agua que se fermentó dentro del biodigestor.

Es un abono orgánico líquido, una mezcla líquida elaborado por descomposición o fermentación en ausencia de oxígeno o anaeróbica, cuyo producto final es un residuo líquido y otro sólido. El residuo líquido es el biol, que se utiliza como fertilizante foliar; se aplica también en plantas que ha sufrido daños por heladas, granizadas, bajas temperaturas, quemaduras de diferente naturaleza y en plantas desnutridas, los efectos del biol son muy rápidos y verificables (Estrada, 2007).

Álvarez (2010), menciona que es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de

cosecha). El mismo autor indica que el biol contiene nutrientes de valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas.

En tanto el INIA (2008), indica que el biol contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. Por otro lado para Cajamarca (2012), los abonos líquidos (biol) son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

Una característica fundamental del biol (Cuchman y Riquelme, 1993), indican que la fermentación correcta presenta un color verde hierba mate (o algo marrón si hay muchas fibras), superficie con espuma verde, burbujeo permanente y no hay olor desagradable.

#### **3.14.1.1 Ventajas del biol**

- El biol no es tóxico y no contamina el medio ambiente.
- Tiene bajo costo de producción y es de fácil elaboración.
- Mejora el vigor de los cultivos y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima (sequías, heladas, granizadas).
- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitamina (Arana, 2011).

#### **3.14.1.2 Desventajas del biol**

- Tiene un periodo de elaboración de 3 a 4 meses, así que se tiene que planificar su producción en el año para encontrar follaje verde de los insumos y poder usarlo durante la campaña agrícola (Arana, 2011).
- En grandes extensiones de terreno, es necesaria una mochila para su aplicación (INIA, 2008).

### 3.14.2 Aplicaciones y uso del biol

En cuanto a la aplicación del biol al cultivo Medina (1992), explica el biol se aplica en momento de mayor actividad fisiológica por aspersion, no se debe aplicarse puro sino en diluciones con una concentración de 50 al 75 %, haciendo el cálculo para una mochila pulverizadora de 20 litros de capacidad.

Si se filtra, el biol puede ser utilizado como fertilizante foliar en la mochila, o vaciarse directamente al suelo y a los canales de riego. Además, el biol protege contra los insectos y permite recuperar las plantas afectadas por la helada. El mismo autor indica que se observó que las aplicaciones cada siete días mejoran el rendimiento considerablemente (hasta 50 %), es decir cuanto menor frecuencia de aplicación, menor aumento del rendimiento. (Martí, 2013).

Las soluciones de biol al follaje, deben aplicarse en los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 L/ha dependiendo de la edad del cultivo y empleando boquillas de alta presión en abanico (Goytia, 2007).

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de cultivos, de ciclo corto, anual, bianual, perenne, gramínea, forrajera, leguminosa, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas a la floración, al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz (Sánchez, 2003).

### 3.14.3 Formación del biol

Martí (2008), indica que la formación de fertilizante líquido es cuando una vez que se carga la mezcla diaria de estiércol con agua que se introduce al biodigestor será digerida por las bacterias y se producirá biogás. Pero por otro lado quedará un líquido ya digerido, que ha producido todo el biogás que podía, y que se convierte en un excelente fertilizante, a este fertilizante se le suele llamar de forma general biol. El fertilizante que sale de un biodigestor con los tiempos de retención de 10 °C y en 75 días en el Altiplano es muy bueno.

Suquilanda (1996), manifiesta que para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la

digestión (25 a 35 °C), la acidez (pH) que debe estar alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digester que se da cuando esté herméticamente cerrado, además de la cantidad de agua, debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total.

#### 3.14.4 Biodigestor

El biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaeróbica de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar, éste en biogás y fertilizante líquido, el biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas o iluminaciones y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad (Marti, 2008).

El biodigestor es un tipo de bioreactor en condiciones anaeróbicas diseñado para propiciar un ambiente adecuado a las bacterias que degradan la materia orgánica convirtiéndolo finalmente en biogás y dejando efluentes utilizados como fertilizantes líquidos agrícolas (Marti, 2008).

##### 3.14.4.1 Tipos de biodigestores

Schlaflí (2010), clasifica a los biodigestores de acuerdo al tipo de alimentación:

- **Sistemas discontinuos**, conocidos también como de carga fija ya que se carga solo una vez en forma total y luego se cierra herméticamente por unos 20 a 50 días, donde se descarga después que deje de producir gas. El modelo tipo Batch es el más conocido de este sistema.
- **Sistema semicontinuo**, son pequeños o de mediana escala, de uso urbano o rural, presenta buena eficiencia de producción de biogás diaria. Los modelos que destacan en este sistema son el tipo Hindú, Chino y otro de menor costo del tipo manga de polietileno.
- **Sistema continuo**, tienen flujo constante de biomasa activa en su interior, son grandes sistemas sofisticados, donde emplean equipos comerciales para alimentarlos, dando calefacción, agitación y control.

### **3.15 Fertilización foliar**

La fertilización foliar es un método confiable para la fertilización de las plantas cuando la nutrición proveniente del suelo es ineficiente. Se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrición para las plantas es a través del suelo, donde se supone que las raíces de las plantas absorberán el agua y los nutrientes necesarios; sin embargo, en los últimos años, se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a las plantas sus reales necesidades nutricionales.

La fertilización foliar es una práctica común de suministrar nutrientes a las plantas a través de su follaje. Se trata de rociar fertilizantes disueltos en agua directamente sobre las hojas (Smart, 2014).

Trinidad y Aguilar (1999), señalan que en la fertilización foliar, los nutrientes son aplicados por aspersión sobre la superficie de las hojas. Esta técnica no substituye a la tradicional fertilización al suelo, más bien la complementa, pues permite abastecer a las plantas de nutrientes que no pueden obtener mediante la fertilización al suelo, la aplicación foliar es más ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica.

La evidencia a favor de un papel de las hojas en la captura de agua y minerales es considerable, y los estudios agronómicos indican que las hojas pueden actuar como superficies para la absorción de fertilizantes foliares y muchos otros productos sistémicos. La efectividad varía con la especie y las sustancias involucradas, y la duración del proceso de absorción fluctúa en un amplio rango (Vinicio, 2002).

#### **3.15.1 Nutrición foliar a través de la absorción de nutrientes por las hojas**

Chilón (1997), explica las sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja. La cutícula está formada por pectinas, ceras y fibras celulósicas, que en ella actúan, en el pasaje de las sustancias. Una vez atravesada la cutícula, las sustancias traspasan las paredes de la hoja a través de los ectodermos, que son los espacios con una densidad menor de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

Schönherr y Bukovac (1972), citado por Giordana *et al.*, (2013), señalan los estomas son pequeños poros localizados en la superficie de las hojas; se consideran parte de la epidermis y están compuestos por células modificadas que tienen la capacidad de abrirse y cerrarse para regular el intercambio gaseoso. Contrario a la creencia popular, la absorción de nutrientes a través de las estomas es poco probable, se le atribuye la mayoría de la absorción a la cutícula.

Se considera que la absorción por estomas es difícil porque el contacto gota-estoma es mínimo, debido a que las gotas son más grandes que la apertura estomática, y porque el agua tiene alta tensión superficial. Por tanto, la cutícula por su mayor capacidad de intercepción de las gotas, la superficie de contacto y su composición química, es considerada la ruta predominante en el proceso de absorción foliar.

Sin embargo, Chilón (1997), indica la superficie inferior de la hoja absorbe de 3 a 5 veces más que la superficie superior, pues allí la cutícula es más delgada, hay mayor cantidad de estomas y los vasos floemáticos están más cerca.

La fertilización foliar es mejor que la fertilización al suelo, esto se debe a que se suplementa el nutriente requerido directamente a la zona de demanda en las hojas ya que la absorción es relativamente rápida (Romheld y El-Fouly, 1999).

En la Tabla 2 se muestra la velocidad de absorción de varios nutrientes.

**Tabla 2.**

***Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos.***

Nutrientes	Tiempo de absorción
Nitrógeno	1 - 2 horas
Fosforo	5 - 10 días
Potasio	10 - 24 horas
Calcio	1 - 2 días
Magnesio	2 - 5 horas
Zinc	1 - 2 días
Manganeso	1 - 2 días

**Fuente:** Elaboración propia en base a (Romheld y El-Fouly, 1999).

### 3.15.2 Factores que afectan a la fertilización foliar

Chilón (1997), señala que existen diferentes factores que afectan a la fertilización foliar y son:

- Temperatura: A medida que aumenta, por ejemplo, entre los 20 y 26°C la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después de los 28°C, comienza a producirse un secado superior disminuyendo la penetración de la solución.
- Humedad relativa: Al aumentar la humedad relativa se posibilita la mayor penetración de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando la posibilidad de absorción.
- Edad de la hoja: Las hojas jóvenes tienen una mayor absorción, a comparación de las hojas viejas.
- Luz: Al existir una óptima fotosíntesis, habrá energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

Kovacs (1996), indica que para un buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores: Planta, ambiente y formulación foliar.

- En relación a la planta se debe tomar en cuenta, la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta, y edad de las hojas.
- Respecto al ambiente se debe considerar, la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación.
- En cuanto a la formulación foliar la concentración del portador del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido.

### **3.15.3 Momento ideal para aplicar fertilizantes foliares**

Los mejores horarios para la aplicación de fertilizantes a los cultivos, son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las 10 de la mañana y en las tardes, después de las 4 de la tarde, porque en estos horarios hay mejor asimilación de nutrientes por las plantas, además se debe utilizar un adherente para que las gotas permanezcan en un tiempo determinado (Restrepo, 2007).

Por otro lado el IFA (2002), explica para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente.

## 4. LOCALIZACIÓN

### 4.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA, la misma queda ubicada en la comunidad de Choquenaira, a una distancia de 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz; situada a una altitud de 3881 msnm, geográficamente a  $16^{\circ}41'36,71''$  latitud Sur y  $68^{\circ}17'14,93''$  longitud Oeste, el camino que comunica a Viacha y las comunidades son de tierra. La Estación limita al Norte y Oeste con la colonia Huacullani, al Sur con la comunidad Choquenaira y al Este con el río Jacha Jahuíra, cuenta con una superficie de 163 hectáreas. (Mamani y Céspedes, 2012).

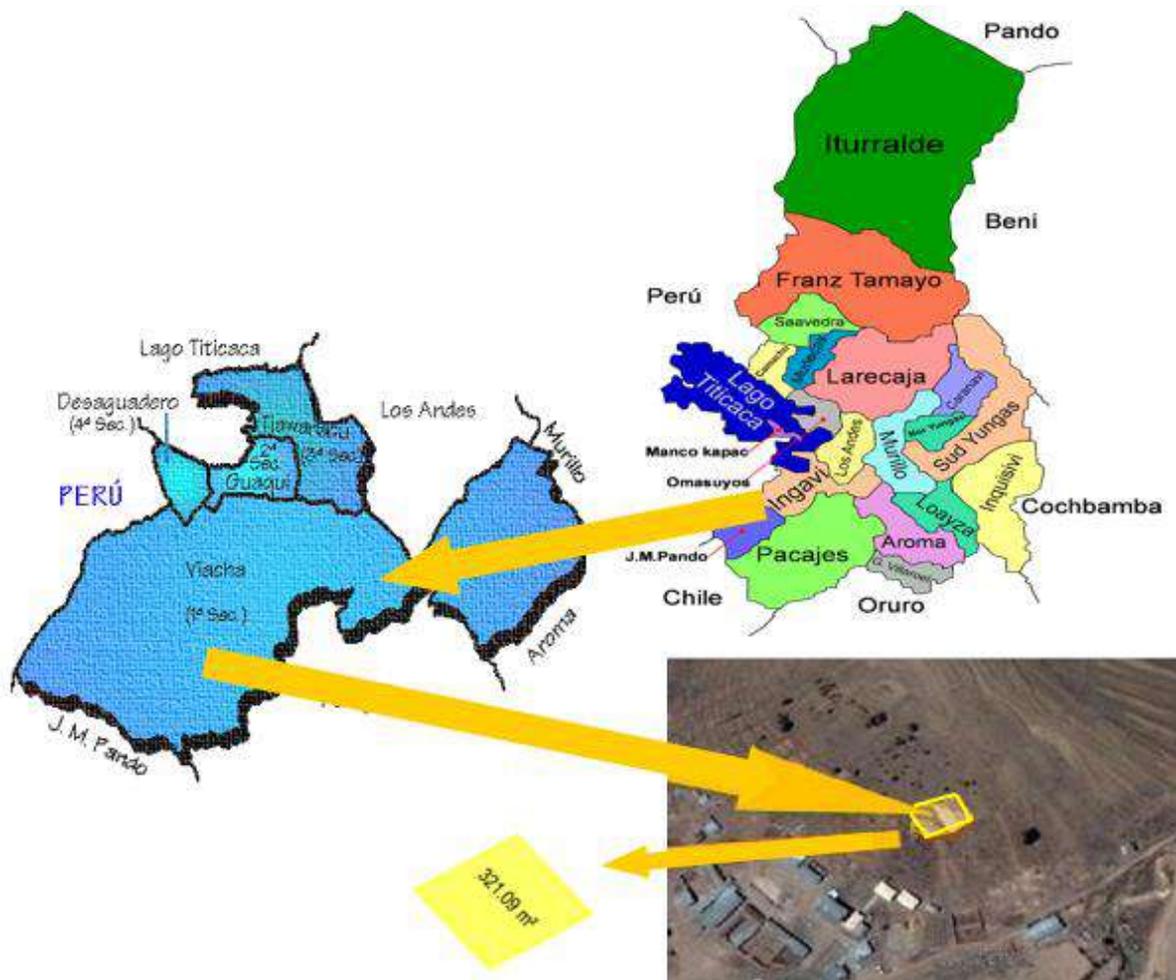


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

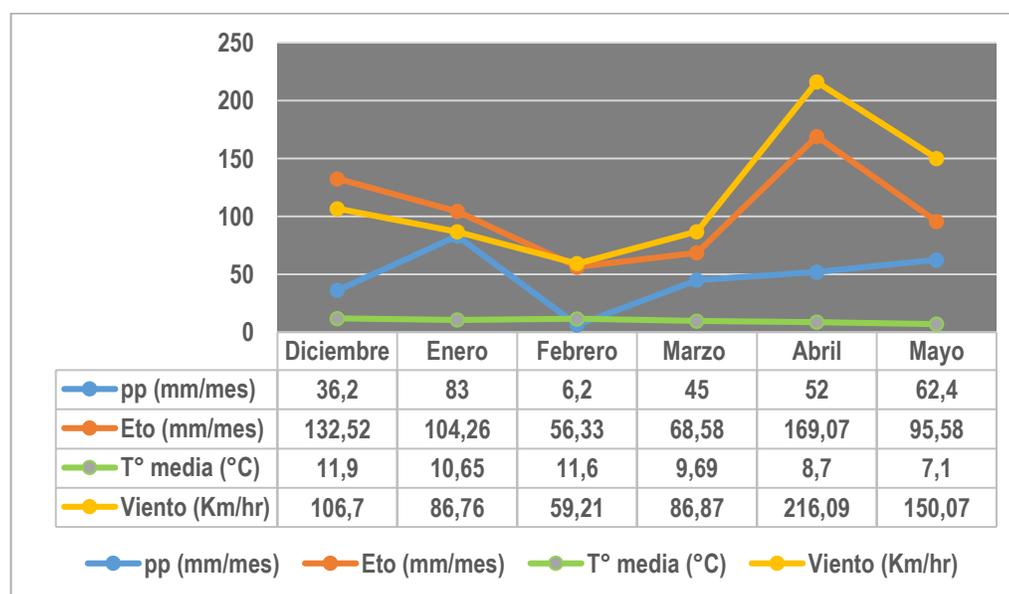
## 4.2 Características de la zona

### 4.2.1 El Clima

La zona donde se realizó el estudio se caracteriza por presentar variaciones climáticas, la presencia de heladas es muy frecuente y la escasa precipitación origina épocas de sequía prolongadas teniendo como consecuencia una sola producción al año. La temperatura promedio anual es de 7,7 °C; las precipitaciones son estacionales e irregulares en intensidad y periodicidad, en los últimos años las precipitaciones llegaron a concentrarse en los meses de diciembre a marzo, alcanzando el 72% de toda la precipitación con un promedio anual de 349,10 mm. (Mamani, Céspedes, 2012).

#### 4.2.1.1 Condiciones climáticas durante la realización del estudio

En la figura 2, se detalla las precipitaciones, evapotranspiración, temperatura y vientos mensuales registrados por una consola climática automática instalado en la Estación Experimental Choquenaira, durante la investigación desde Diciembre de 2016 hasta Mayo 2017.



**Figura 2. Condiciones climáticas registradas en la Estación Experimental Choquenaira**

#### 4.2.2 Fisiografía

La fisiografía está dada aproximadamente en un 21 % por serranías y 79% de planicies que constituye la cuenca lechera y forrajera, que son apto para la producción de cultivos agrícolas y las crías de animales mayores y menores la vegetación corresponde a bosque húmedo montano sub tropical, donde la vegetación primaria dominante son plantas xerofíticas y mesofíticas; las especies más representativas que componen la comunidad vegetal son de tipo herbáceos anuales y plurianuales y algunos de tipo arbustivas (Mamani, Céspedes, 2012).

Las plantas que predominan en las praderas nativas son las gramíneas y otras especies de importancia forrajera que desarrollan de manera irregular en altura y poco volumen de fitomasa; en estos campos existen el sobrepastoreo del ganado bovino, ovino y camélido. Los suelos de la región, son potenciales forrajeras que podrían ser trabajadas para poder mejorar la capacidad productiva.

#### 4.2.3 Vegetación

El agro-sistema local está compuesto por especies vegetales nativas adaptadas a esta región y especies cultivables severamente condicionadas por el régimen hidrológico y la presencia de heladas. Las especies que se cultivan en esta zona son: cebada, papa, haba, trigo, quinua, forrajeras y entre especies silvestres esta la gama de especies nativas, está mayormente compuesta por especies bajo una comunidad de pastizales nativos (gramíneas) y en otras formaciones arbustivas y arbóreas muy escasas.

Los cultivos y los ganados mayores están adaptados al tipo de pastizales y la disponibilidad de abrevaderos (vertientes – ojos de agua) naturales que están asociados a bofedales de formación natural.

Según Paye (2006), en la región de Letanías existen especies tales como: Cebadilla (*Bromus catharticus*), ichu (*Jarava* sp.), muni muni (*Bidens pilosa*), lirio lirio (*Sisyrinchium andícola*), reloj reloj (*Erodium cicutarum*), diente de león (*Taraxacum officinalis*), k'anapaqu (*Sonchus oleraceus*), paiqu (*Chenopodium ambrosoides*), quinua silvestre (*Chenopodium* sp.) y otras especies menores.

#### **4.2.4 El Suelo**

Fernández (2006), sostiene que la Estación Experimental Choquenaira presenta suelos de origen aluvio - coluviales de formación reciente, destacan dos planicies una planicie no inundable la cual es apta para la producción de cultivos como la papa, cebada, quinua, forrajeras y hortalizas. En cambio la planicie más baja o anegadizas expone limitaciones en la preparación del suelo para las labores agrícolas debido a su mayor humedad por la proximidad a la napa freática de 45 a 50 cm, y a las frecuentes inundaciones por tiempos cortos; lo que limita su uso solamente para pastos nativos y algunos arbustos de porte bajo.

#### **4.2.5 Recursos hídricos**

Se constituye en la cuenca media del río Jacha Jahuirá - Pallina, en la cuenca alta se observan procesos de reducción de la cobertura vegetal que sumada a la concentración de lluvias estacionales, provocan el incremento de la erosión hídrica y transporte de sedimentos. Los ríos que se encuentran a los alrededores son: Río Khala, Río Achicala, Río Kusilluni, Río Njiskha, Río Pallina, Río Wilaque, Río Challa y Río Sallani (Revista en Imágenes EECh. 2011).

La fuente principal del agua de la Estación Experimental Choquenaira es de origen subterránea y de pequeños manantiales, las precipitaciones pluviales son las encargadas de la recarga de los acuíferos (Mamani y Céspedes, 2012).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Material biológico**

- ✓ Para el presente estudio se utilizó el área delimitada de una pradera nativa que se encontraba en condición de ladera, donde se tomaron en cuenta todas las especies vegetales.
- ✓ El biofertilizante líquido que se utilizó es el biol – bovino, el cual se obtuvo de los biodigestores instalados en la Estación Experimental Choquenaira.

#### **5.1.2 Materiales de campo**

Los materiales utilizados en campo fueron: pala, picota, pintura, cámara fotográfica, regla métrica, cuaderno de campo, letreros, lienzo o cuerdas, planillas de registro, estacas, bolsas plásticas para la recolección de material verde, tijera, wincha de 50 metros, flexómetro, clavos y guantes. Para la toma de datos en los dos métodos utilizados para evaluar la vegetación fueron mallas cuadradas de 10x10 cm y 5x5 cm, cuadrantes de 1m<sup>2</sup> y 0.25m<sup>2</sup> y un puntero con dos agujas, ver (Anexo 1.). Los materiales utilizados para la incorporación del biol a los distintos tratamientos fueron: una mochila fumigadora de 20 litros, baldes y tela tul.

#### **5.1.3 Material de gabinete**

Los materiales de gabinete utilizados fueron: computadora, cuaderno de campo, paquete de Microsoft Excel, impresora, flash memori, lápices, bolígrafos, hojas bon y material bibliográfico.

#### **5.1.4 Material de laboratorio**

Balanza analítica de precisión, sobres para colocar muestras de 5 gramos y mufla para la obtención de materia seca.

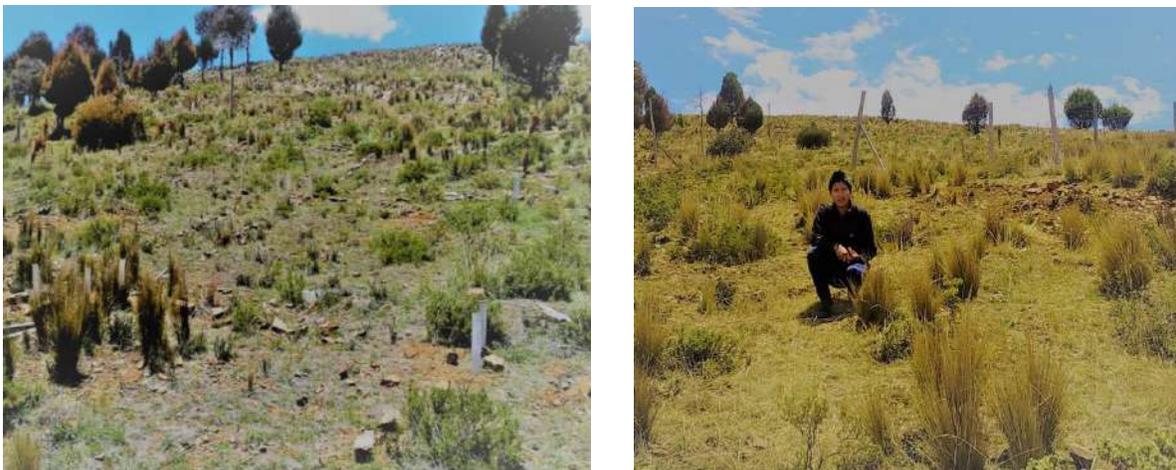
## 5.2 Metodología

El método de investigación utilizado para el presente trabajo de investigación es el experimental el mismo se utiliza para recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar los resultados de una observación hecha. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación (Gonzales, 1995).

### 5.2.1 Procedimiento experimental en campo

#### 5.2.1.1 Reconocimiento del área de estudio

Antes de empezar el presente estudio se realizó un reconocimiento general de la pradera nativa que se encontraba en condición de ladera, luego se procedió a la elección del área delimitada final para realizar el experimento, esta fue elegida por que se encontraba en un sitio de clausura, no había sido pastoreada ni alterada, por tanto se podía observar una vegetación nativa casi uniforme bajo las mismas condiciones y esta puede ser considerada como unidad para propósitos de investigación y manejo. Además de que en esta área de la pradera existe una flora nativa muy representativa llegándose a contabilizar 15 familias botánicas.



**Figura 3. Reconocimiento del área de estudio en una pradera nativa en condición de ladera**

### 5.2.1.2 Delimitación del área de investigación

Se procedió a la delimitación del área total, la misma tenía una superficie 321.09 m<sup>2</sup>, posteriormente se efectuó el estaqueado para los cuatro bloques con la ayuda de un lienzo de color verde, cinta métrica y estacas en los cuatro vértices, cada unidad experimental media 5.40 m de largo por 3.10 m de ancho en la figura 4 se muestra la delimitación de los respectivos tratamientos.



**Figura 4. Delimitación de las unidades experimentales**

### 5.2.1.3 Delimitación de áreas mínimas en las unidades experimentales

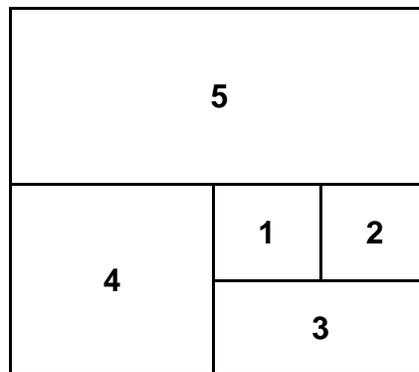
Posterior a la delimitación del área total de la parcela, la división de bloques y tratamientos; se realizó la delimitación de áreas mínimas dentro de cada unidad experimental, esto con el fin de analizar mucho mejor y de manera más precisa algunas de las variables de estudio como: la cobertura vegetal, densidad de vegetación, frecuencia de vegetación y materia seca; las mismas fueron analizadas en estas áreas mínimas delimitadas.

El área mínima es definida como la menor superficie de terreno que contiene casi la totalidad de las especies de una determinada comunidad vegetal. En otras palabras, es la extensión más pequeña en la cual la composición florística está representada adecuadamente. Esta área mínima representa una característica intrínseca de una comunidad o tipo vegetacional (Caamal, 2011).

#### 5.2.1.4 Metodología para calcular el área mínima

Caamal (2011), se recorrió la parcela, para la previa identificación de especies. Luego se colocó la unidad de muestreo inicial de 0.25 x 0.25 m, esto se determina comúnmente mediante la técnica de puntos anidados, la cual consiste en trazar un área relativamente pequeña en el terreno.

En ésta, se contabilizó el número total de especies presentes, después esta área se va duplicando tantas veces sea necesario hasta que el número de especies nuevas sea inferior a un 10%, como se muestra en la Figura 5.



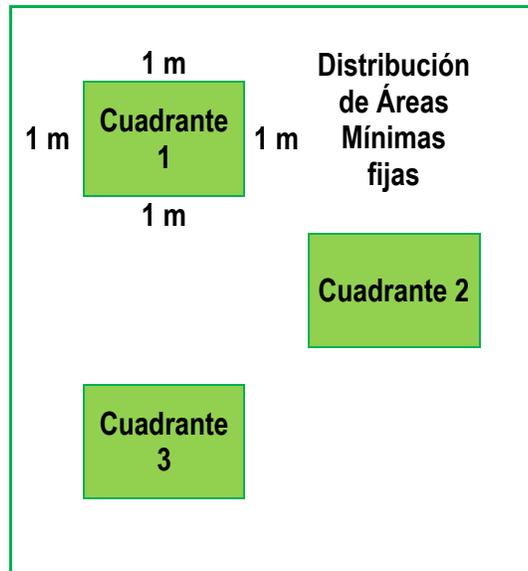
**Figura 5. Disposición de unidades de muestra en el terreno para determinar el área mínima.**

El área mínima se determina cuando se tienen representadas el 80% de las especies vegetales presentes en la parcela o como ya se dijo cuándo el incremento no sea mayor a 10%.

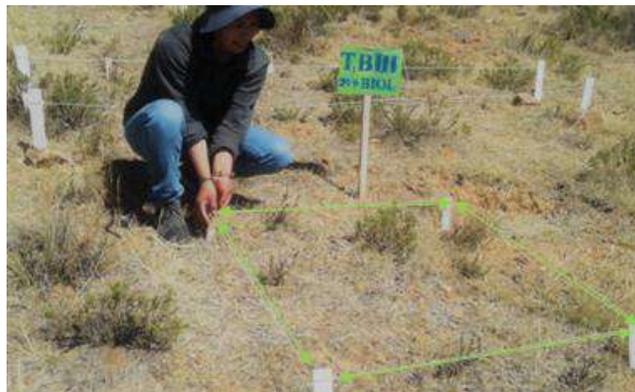
El área mínima utilizada fue de 1 m<sup>2</sup> la misma fue calculada previamente antes de la delimitación, posteriormente se colocaron tres áreas mínimas, donde las observaciones de vegetación se llevaron a cabo únicamente en los cuadrados (áreas mínimas) ya que las áreas no delimitadas pueden quedar alteradas por el pisoteo al momento de realizar el muestreo o toma de datos.

Las áreas fueron ubicadas según la técnica o muestreo del zigzag donde una vez determinado el tamaño del área se procedió a elegir aleatoriamente un punto de partida, después se delimitaron las áreas mínimas en cada unidad experimental

haciendo una dirección aleatoria que esencialmente consiste en recorrer una ruta en diagonal haciendo zigzag.



**Figura 6. Distribución de áreas mínimas fijas en unidades experimentales.**



**Figura 7. Delimitación de áreas mínimas en las unidades experimentales.**

Por último, después de las delimitaciones de áreas mínimas fijas en cada una de las unidades experimentales se identificaron con letreros los distintos tratamientos en el área experimental a estudiarse.



**Figura 8. Identificación de los distintos tratamientos.**

#### **5.2.1.5 Recolección e identificación de especies vegetales nativas**

La recolección de las diferentes especies vegetales presentes en la pradera nativa se realizaron en los meses noviembre y diciembre, para lo cual se extrajeron plantas completas (raíz, tallo, hojas y flores); las muestras fueron secadas en un herborizador portátil bien prensado para su posterior identificación y clasificación.

Con la ayuda de un especialista en botánica se identificaron las especies y siguiendo claves botánicas específicas, también se efectuaron algunas comparaciones con exicatas del Herbario Nacional de Bolivia. Para la realización del herbario se efectuó los siguientes pasos:

- Se ordenaron todas las especies recolectadas en campo para el prensado.
- Todas las plantas se prensaron en un herborizador y fueron secadas en papel periódico realizando cambios continuos del mismo.
- La conservación de las plantas secadas se la realizó sobre una cartulina donde se pegaron todas las especies vegetales, cubriendolas luego con un nylon transparente para su posterior clasificación e identificación.

#### **5.2.1.6 Carguío, alimentación a los biodigestores y obtención de biol**

Para la obtención del biol se realizó una tarea, que es la alimentación a los biodigestores tubulares los mismos están instalados en la estación.

El procedimiento fue realizar una mezcla de estiércol fresco de bovino más agua haciendo una relación de 3:1 (3 kg de estiércol fresco más 1 litro de agua), la cantidad de esta mezcla estaba en función a la capacidad de cada biodigestor, esta tarea se la realizó todos los días.

Después de una descomposición anaeróbica por parte de las bacterias presentes en el estiércol fresco dentro del biodigestor, se obtuvo el biol, el cual es almacenado en un reservorio para la maduración en 30 días, luego se procedió a la cosecha realizando el filtrado del mismo con la ayuda de una tela tul, en tanques de 1200 litros, el cual estará listo para la aplicación.

#### **5.2.1.7 Aplicación de niveles de biol**

La aplicación de biol se realizó asperjando la solución preparada en la parte foliar de las plantas pertenecientes a la pradera nativa a distintas dosis de acuerdo a los tratamientos en estudio, con la ayuda de una mochila fumigadora con una capacidad de 20 litros.

La frecuencia de aplicación fue de 7 días (durante todo el periodo en que se realizó la investigación), el momento de aplicación se lo hizo en horas de la mañana, para una mayor eficiencia de la absorción del biol.



**Figura 9. Preparación y aplicación de biol a las unidades experimentales.**

Martí (2013), indica que observó que las aplicaciones de biol cada siete días mejoran el rendimiento considerablemente (hasta 50 %), es decir cuanto mayor frecuencia de aplicación, mayor eficacia en los resultados.

El calendario de la aplicación total de biol y la cantidad de mezcla con agua utilizada para la presente investigación, se muestran de manera detallada en el (Anexo 2.). La aplicación de biol se lo realizó a distintos niveles de acuerdo a los tratamientos en estudio, las dosis utilizadas se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.**

***Dosis de biol aplicado a los tratamientos***

Dosis	Dosis de biol/L por tratamientos	Dosis de agua/L por tratamientos	Total litros de solución	N° de aplicaciones
T0 = 0%	0	4	4	18
T1 = 20%	1	3	4	18
T2 = 40%	2	2	4	18
T3 = 60%	3	1	4	18

La aplicación de la solución se realizó a cada tratamiento con sus respectivas dosis de biol, utilizando un volumen total de 4 litros de solución por tratamiento, como la frecuencia de aplicación fue cada 7 días, en cada aplicación se utilizó un total de 12 litros de mezcla, entonces el volumen utilizado por mes fue de 48 litros de solución biol/agua.

### **5.2.2 Evaluación de la vegetación**

Los métodos que se emplearon para la evaluación de los parámetros de medición en la vegetación son: el “Método del cuadrante” y el “Método de intercepción en línea de puntos”, ambos métodos son muy prácticos y accesibles de realizarlos en el caso de una ladera o pendiente.

### **5.2.2.1 Método del cuadrante para determinar cobertura vegetal, densidad de vegetación, frecuencia de vegetación y rendimiento de materia seca**

BOLFOR (2000), indica que el método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos.

El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Por su facilidad de determinar la cobertura de especies, los cuadrantes son muy utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea (cerrado, puna, praderas). Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase o tipo de plantas.

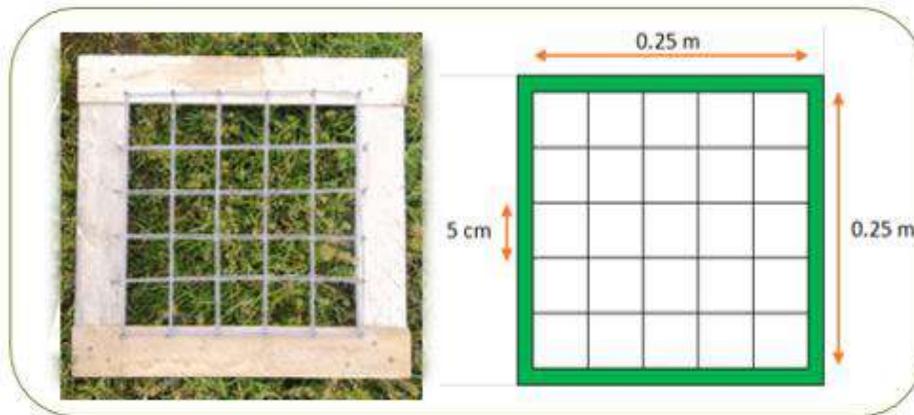
El tamaño del cuadrante está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante, también, depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos. Para muestrear vegetación herbácea, el tamaño del cuadrante puede ser de 1 m<sup>2</sup>.

El tamaño de los cuadrantes depende de la densidad de las plantas a medirse; para refinar el tamaño adecuado, es necesario realizar pre-muestreos ya que, de no ser así, habrá muchas parcelas con ausencia de individuos o al contrario, se tendrán cuadrantes en los que se utilizará mucho tiempo.

Para determinar la Cobertura Vegetal se utilizó el método cuadrante propuesto por Toledo y Schultzer Kraft (1982), citado por Delgadillo y Espinoza, (2000).

Gutiérrez y Vera (2009), mencionan que la técnica del cuadrante nos permite evaluar la biomasa vegetal, para utilizar esta técnica se construye un cuadrante de madera u otro material que se fabrica a manera de un marco con un área de 0.25 m<sup>2</sup>, que se lanza al aire y este cae en la superficie del suelo de la pradera posteriormente se contabiliza los cuadrados enteros y medios donde existe la presencia de vegetación, la suma total de ambos se expresa en porcentaje de cobertura.

Para determinar la cobertura vegetal en % se utilizó un cuadrante de madera con las siguientes características: 0.25 (m) de largo x 0.25 (m) de ancho, subdividido en celdillas de 5x5 (cm) como se muestra en la Figura 10; esto por el fácil manejo y velocidad de muestreo.



**Figura 10. Marco de 0,25 m<sup>2</sup> con malla para el cálculo de cobertura vegetal. Izquierda, marco con malla colocado en una parcela de muestreo. Derecha, esquema de dicho marco de 0,25x0,25 m de longitud interior, subdividido en celdillas de 5x5 cm, donde se calculó el % de cobertura vegetal.**

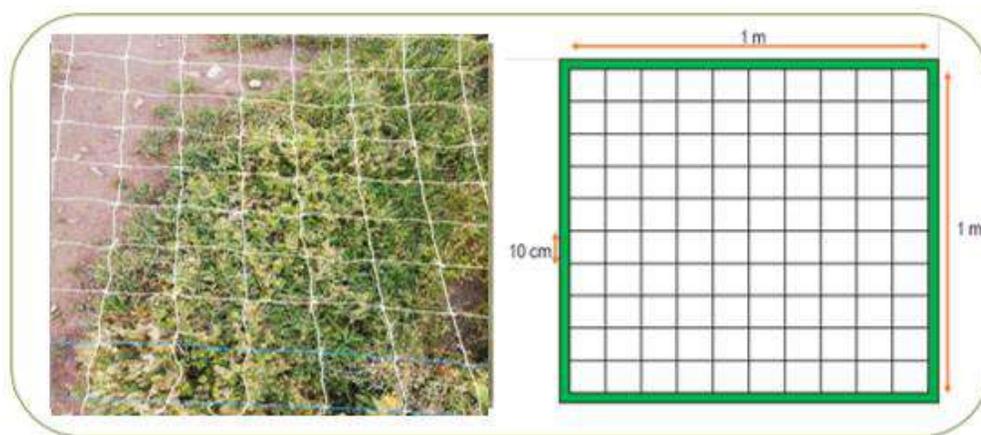
Para las demás variables de estudio como la materia seca, densidad y frecuencia de vegetación se utilizó un cuadrante de 1m<sup>2</sup> con marco de fierro esto con el propósito de tener un cuadrante mucho más estable al momento de realizar la toma de datos y conteo de especies. Los datos se tomaron únicamente en las tres áreas mínimas ubicadas en cada unidad experimental esto para observar la presencia de especies en las 100 celdillas de la malla, estas áreas se utilizaron para el seguimiento a escala detallada de los cambios en la vegetación.

Volver a colocar con precisión el marco enrejado en sucesivos muestreos es condición indispensable para estudios de seguimiento fiables. Por ello, cuando se ha aplicado este método, para calcular la frecuencia y densidad en las subparcelas o áreas mínimas, se ha tomado una foto adicional del cuadrado de 1 m<sup>2</sup> con el marco enrejado debidamente instalado.

El recuento de frecuencias y densidad en subparcelas resulta bastante sensible para especies que crecen agrupadas (por ejemplo, plantas en cojinete y macollas

compactas), pero no lo es tanto para las que aparecen dispersas. El recuento de especies de pequeña talla, con muchos individuos y distribución dispersa (caso típico de muchos briófitos y de un buen número de plantas vasculares), requiere más tiempo y suele dar valores de alta frecuencia, aun cuando su recubrimiento sea bajo (Friedman et al., 2011).

Para calcular la frecuencia y densidad de vegetación en % se utilizó un cuadrante con las siguientes medidas 1x1 (m), como se muestra en la Figura 11; esto por el fácil manejo y velocidad de conteo de las especies.



**Figura 11. Marco de 1 m<sup>2</sup> con malla. Izquierda, marco con malla colocado en una parcela de muestreo. Derecha, esquema de dicho marco de 1x1 m de longitud interior, subdividido en celdillas de 10x10 cm.**

#### **5.2.2.2 Método de intercepción en línea de puntos para determinar cobertura vegetal por especies**

Pauli *et al.*, (2015), si contamos con tiempo y observadores suficientes, podremos tomar datos más precisos de la cobertura de cada una de las especies. Ello nos permitirá aplicar herramientas estadísticas más avanzadas y obtener la relación especies/área.

La dificultad para estimar la cobertura por especies se debe a la variación de la superficie, forma y relieve. Por ello, el muestreo de la cobertura no se puede hacer de forma homogénea y rápida, sobre todo ante mosaicos de vegetación complejos e irregulares o donde la riqueza de especies sea elevada.

Existen muchas maneras para realizar la determinación de la cobertura por especies; existen varios métodos según sea la abundancia de una especie, su forma de crecimiento y su patrón de distribución. Por lo tanto, en el caso de una ladera o pendiente se sugiere una combinación del muestreo clásico de intercepción en línea de puntos (Halloy et al. 2011).



**Figura 12. Puntero con dos agujas para el muestreo simultáneo de dos puntos separados 50 cm entre si**

### **5.2.3 Análisis estadístico**

#### **5.2.3.1 Diseño experimental**

La investigación se efectuó bajo un diseño de bloques completamente al azar, compuesto por 4 tratamientos y 4 repeticiones distribuidos aleatoriamente en las 16 unidades experimentales donde el factor de estudio se representó por los diferentes niveles de biol.

#### **5.2.3.2 Modelo lineal aditivo**

Según Ochoa (2009), el modelo lineal aditivo para un diseño de bloques al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del j- ésimo bloque (j=4)

$\alpha_i$  = Efecto del i- ésimo tratamiento (i=4; niveles de biol)

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

### 5.2.3.3 Factor de estudio

El factor de estudio de la presente investigación fueron diferentes niveles de biol – bovino.

#### ➤ Tratamientos

Los tratamientos fueron establecidos de la siguiente forma: 4 bloques y 4 tratamientos, resultando un total de 16 unidades experimentales.

**Tabla 4.**

#### ***Descripción de los tratamientos***

Tratamiento	Descripción	Repeticiones
T0(Testigo)	0 % de biol	4
T1	20 % de biol	4
T2	40 % de biol	4
T3	60 % de biol	4

Fuente: Elaboración propia 2022

#### 5.2.3.4 Características del área experimental

El área experimental donde se llevó a cabo el trabajo de investigación se detalla en la Tabla 5 y la Figura 13:

**Tabla 5.**

#### ***Dimensiones del área experimental***

<b>DIMENSIONES DEL ÁREA EXPERIMENTAL</b>	
Longitud del área de ensayo	23,10 m
Ancho del área de ensayo	13,90 m
Total del área experimental	321,09 m <sup>2</sup>
Total de área útil del ensayo	267,84 m <sup>2</sup>
Ancho de pasillos entre bloques	0,50 m
Número de U.E. por bloque	4
Número total de unidades experimentales	16
Ancho de la unidad experimental	3,10 m
Largo de la unidad experimental	5,40 m
Área de la unidad experimental	16,74 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia 2022

### 5.2.3.5 Croquis del experimento

En la figura 13 se muestra la distribución de las unidades experimentales.

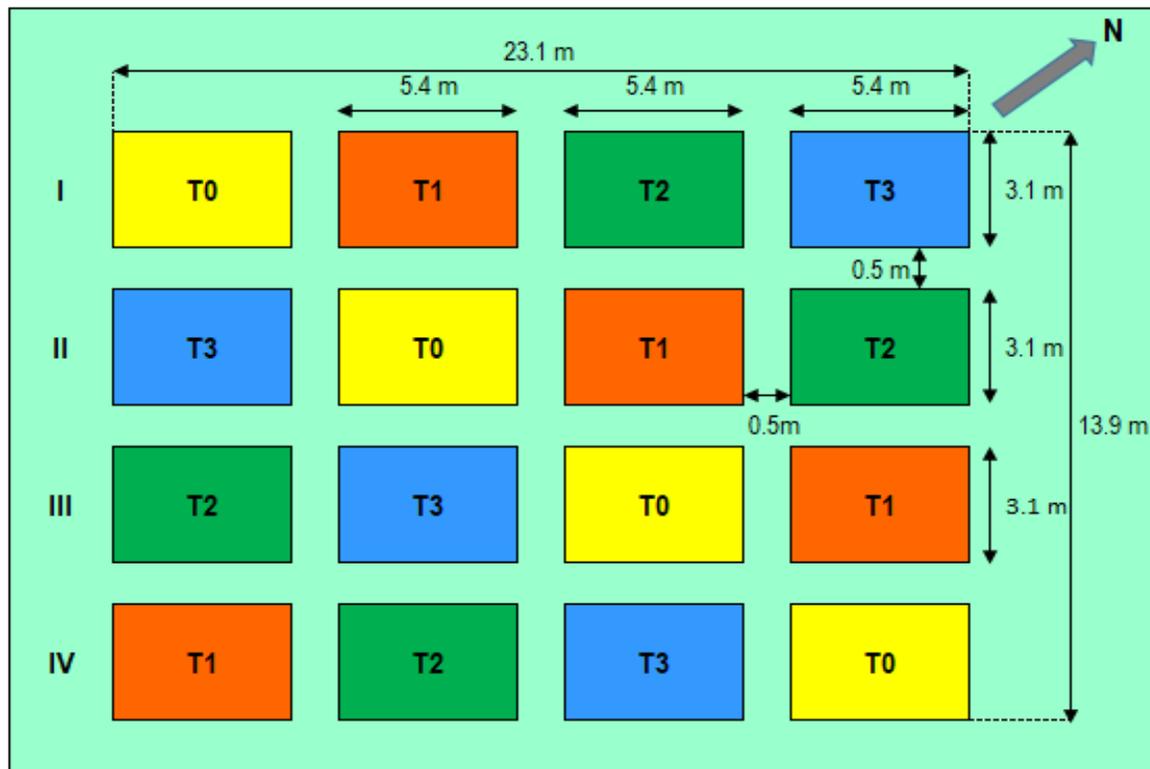


Figura 13. Croquis del diseño experimental

El trabajo de investigación se desarrolló en 4 bloques, en los que se distribuyeron 4 tratamientos, obteniendo un total de 16 unidades experimentales, en la anterior figura se muestra la distribución de las unidades experimentales.

### 5.2.4 Variables de respuesta

Para determinar la influencia de la aplicación foliar de niveles de biol, se evaluaron las siguientes variables de respuesta según los objetivos planteados.

#### 5.2.4.1 Cobertura vegetal

Para calcular esta variable se tomó un cuadrante de madera de 0.25 m<sup>2</sup>, el cual fue colocado sobre el área de estudio dentro de cada unidad experimental delimitada, se tomaron 3 muestras de cada unidad, donde se contaron los cuadrados enteros y

medios, la suma total de ambos fue expresada en porcentaje de cobertura vegetal, mediante el uso de la siguiente formula:

$$CV = \frac{SOP}{ST} * 100$$

**Donde:**

**CV** = Porcentaje de cobertura vegetal (%).

**SOP** = Superficie ocupada por la vegetación (m<sup>2</sup>).

**ST** = Superficie total de la muestra (m<sup>2</sup>).



**Figura 14. Toma de datos para el cálculo de la cobertura vegetal en %**

#### **5.2.4.2 Cobertura vegetal por especies**

Esta variable se la calculó mediante el método de muestreo por intercepción en línea de puntos que sirve para medir la cobertura de las especies, para ello primeramente se extendió una cinta métrica a lo largo de la unidad experimental, luego se pincha cada 50 cm una varilla (por ejemplo, agujas de tejer de 2 mm de diámetro) se recorrió de forma perpendicular a la ladera; este es un instrumento de muestreo que debe tener dos varillas separadas una de la otra cada 50 cm.

Se anotaron el nombre de todas las especies de plantas interceptadas por las dos varillas, la primera muestra se tomará a 25 cm del extremo izquierdo del segmento. Se repitió el proceso cada 50 cm a lo largo de la cinta; como mínimo se deberán tener 100 contactos y para calcular el porcentaje de cobertura se hizo lo siguiente, (por

ejemplo, si se tiene 300 puntos de contacto y la especie A se tocó 21 veces, su cobertura resultante sería del 7%).



**Figura 15. Toma de datos con el puntero avanzando perpendicular a la ladera**

#### 5.2.4.3 Frecuencia de la vegetación

Para el cálculo de esta variable, se utilizó un marco de fierro de 1 × 1 m de lado interior, con celdillas de 10 × 10 cm esto para el recuento de la frecuencia de especies vegetales en las áreas mínimas delimitadas dentro de cada unidad experimental, se anotó todas las especies observadas dentro de las celdillas; consideramos que una especie está presente cuando alguna de sus partes cae dentro de los límites señalados por los hilos de la celdilla de 0,1 × 0,1 m, en vista cenital, perpendicular a la pendiente de la ladera y al plano del marco enrejado; se la calculó mediante el uso de la siguiente formula:

$$F = \frac{NME}{NTM} * 100$$

**Donde:**

**F** = Frecuencia.

**NME** = Número de muestras que contiene una especie.

**NTM** = Número total de muestras.



**Figura 16. Conteo del número de muestras que contienen las especies vegetales dentro el marco enrejado de 10x10 (cm)**

#### **5.2.4.4 Densidad de la vegetación**

Para la toma de datos de esta variable, se utilizó un marco de fierro de 1 × 1 m de lado interior, con celdillas de 0,1 × 0,1 m, esto para el recuento de la densidad o número de plantas de la misma especie dentro las áreas mínimas delimitadas en cada unidad experimental; se anotaron todas las especies observadas dentro de las celdillas, consideramos que una especie está presente cuando alguna de sus partes cae dentro de los límites señalados por los hilos de la celdilla de 0,1 × 0,1 m en vista cenital, a la pendiente de la ladera; esta variable se la evaluó mediante el uso de la siguiente formula:

$$D = \frac{NPME}{US}$$

**Donde:**

**D** = Grado de densidad.

**NPME** = Número de plantas de la misma especie.

**US** = Unidad de superficie.

#### 5.2.4.5 Vigor de vegetación o índice de vigor

Para el cálculo del índice de vigor se usaron las medidas de altura de 4 especies vegetales; las mismas fueron seleccionadas por las siguientes características: son plantas forrajeras, perenes, palatables y de óptimo desarrollo; estas especies pertenecen a la familia de las Poaceae las mismas son: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* Steud., *Jarava* sp., y *Eragrostis* sp., de esta manera se pudo analizar mucho mejor esta variable; se tomaron 10 medidas de altura para cada una de las 4 especies en las respectivas unidades experimentales.

En esta variable se asignó un valor de 100 para la máxima altura de planta encontrada; luego se hizo las comparaciones con las alturas halladas a nivel de campo.



**Figura 17. Medidas de la altura de especies vegetales**

#### 5.2.4.6 Rendimiento de materia seca de especies clave

Para estimar el rendimiento de la materia seca se utilizaron las áreas mínimas delimitadas en las respectivas unidades experimentales donde en estas se cosecharon únicamente las 4 especies de interés seleccionadas obteniendo así el rendimiento de materia verde; el corte se lo hizo antes de que estas especies entren a la producción de semilla.

Luego del corte se realizó el pesaje de la materia verde total, posterior a ello se tomó 5 gramos de la muestra del forraje verde, pero antes de obtener esta muestra se

cuarteo del rendimiento de materia verde de cada planta; para después colocarlo en diferentes sobres para cada especie y poner en la mufla a 105°C por un periodo de 24 horas, hasta obtener un peso constante y así obtener el peso de materia seca. Se lo cálculo mediante el uso de la siguiente formula:

$$MS = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

**Donde:**

**MS** = Materia seca.

**Pf** = Peso final de la muestra.

**Pi** = Peso inicial de la muestra.



**Figura 18. Colocado de las muestras de materia verde en la mufla a 105°**

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

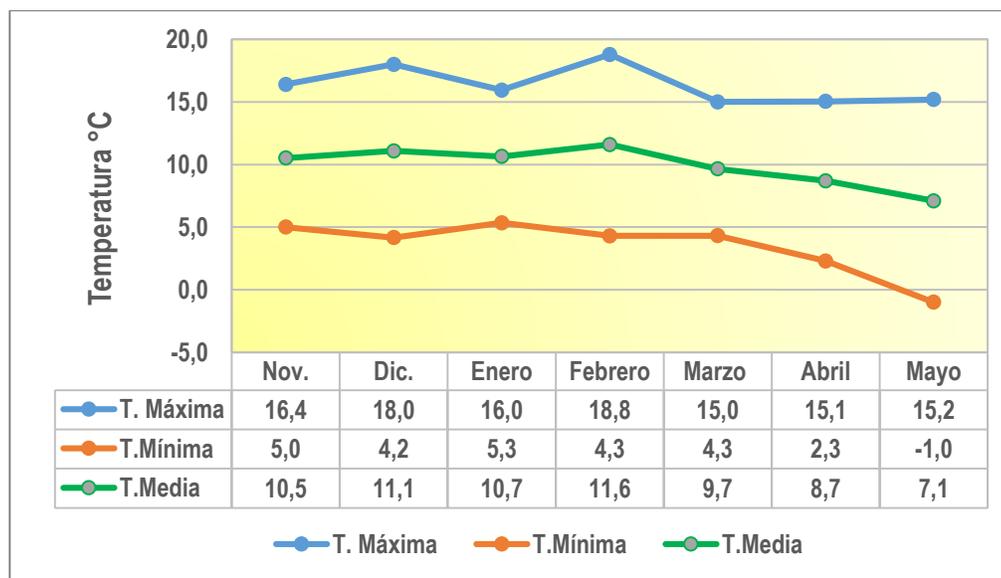
Para realizar una interpretación correcta de los resultados obtenidos para cada variable de respuesta, es necesario conocer aquellos factores que participaron de forma directa en la recuperación de la pradera nativa en condición de ladera; por tanto, las condiciones ambientales que se produjeron durante el periodo de la investigación, así también el análisis del biot son factores de importancia a tocar.

### 6.1 Condiciones climáticas durante el periodo de investigación

Con la base de información obtenida de una consola instalada en la Estación se presenta los parámetros climáticos:

#### 6.1.1 Temperatura

Las condiciones de temperatura que se desarrollaron en el periodo de investigación se detallan en la Figura 19.



**Figura 19. Promedios mensuales de temperaturas máximas y mínimas**

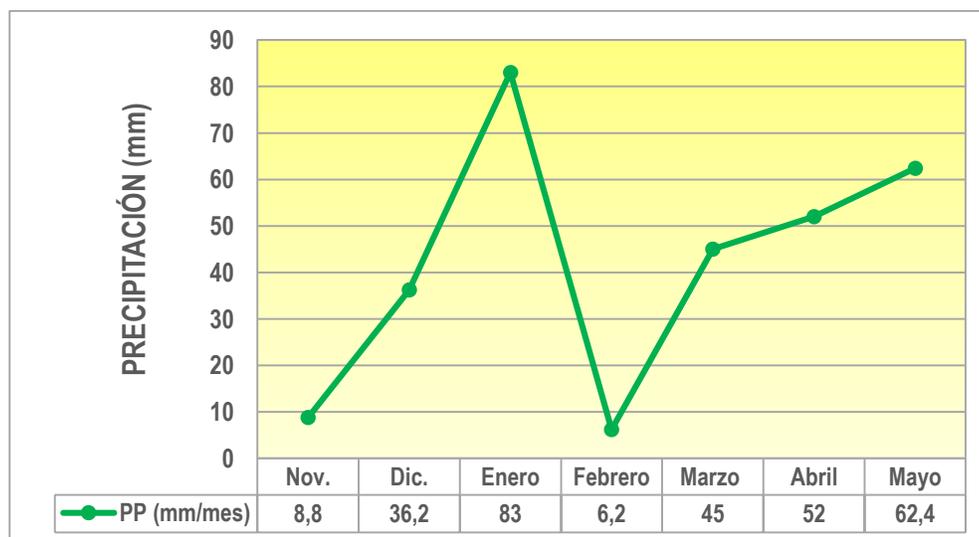
En la Figura 19, se observa las temperaturas promedio de máximas, mínimas y media por meses, la temperatura máxima registrada durante el periodo en que se realizó la investigación fue de 18,8 °C que se presentó en el mes de febrero, en tanto las temperaturas más bajas o mínimas se registraron en los meses de abril y mayo estas

fueron 2,3 °C y -1 °C bajo cero respectivamente, la media máxima se presentó en el mes de febrero con 11,6 °C; las temperaturas bajas registradas en este lapso de tiempo no afectaron de manera negativa en la cobertura vegetal y otros parámetros de medición en las especies puesto que las mismas son propias del lugar es decir son especies nativas; pues ya están adaptadas y aclimatadas a este tipo de temperaturas; además la época de estudio no abarco hasta los meses más fríos o de invierno como se muestra la figura solo se estudió hasta el mes de mayo.

El Altiplano se caracteriza por tener el clima frio, las temperaturas más bajas se registran al final de los meses de junio y julio llegando entre 10 a 20°C bajo cero en la parte alta; la vegetación que se desarrolla en esta zona es el resultado de una adaptación de las plantas a esas condiciones climáticas y a una utilización pastoral milenaria (Barón, 1989).

### 6.1.2 Precipitación

En la Figura 20, se muestra la curva de precipitación registrada durante el periodo en que se desarrolló la investigación, como se observa en la figura 20, se registró en el mes de Enero la precipitación más elevada con 83 mm y la precipitación más baja se registró en el mes de Febrero con 6,2 mm.



**Figura 20. Precipitación mensual registrada durante la investigación.**

El clima de la zona andina se caracteriza por escasas precipitaciones y temperaturas frías ligadas a una altitud situada entre los 3.000 y 5.000 metros. La vegetación que se desarrolla en la zona andina es el resultado de una adaptación de las especies nativas a ese tipo de condiciones (Alzérreca, 2006).

Las precipitaciones tienen gran influencia en el equilibrio y conformación de los ecosistemas, ya que la descarga de las nubes en forma de lluvia, nieve o granizo puede modificar favorablemente las condiciones ambientales, favoreciendo así al desarrollo de la vegetación. (Alzérreca, 2006).

## 6.2 Análisis del biol bovino

En la Tabla 6, se observa las características de los resultados del análisis químico del biol bovino, el cual se lo realizó en el laboratorio del IBTEN ver (Anexo 3.), cuyos resultados se muestran a continuación:

**Tabla 6.**

### **Resultados del análisis químico del biol**

Parámetros evaluados	Resultados	Unidades
Nitrógeno (N)	0,049	%
Fósforo (P)	0,020	%
Potasio (K)	0,161	%
Carbono Orgánico (C)	0,204	%
Calcio (Ca)	0,017	%
Magnesio (Mg)	0,009	%
Sodio (Na)	0,025	%
Hierro (Fe)	5,62	ppm
Manganeso (Mn)	1,19	ppm
Zinc (Zn)	1,42	ppm
Cobre (Cu)	0,61	ppm
PH	8,85	—
Conductividad eléctrica	7,75	mS/cm

**Fuente:** Resultados del laboratorio (IBTEN, 2017)

En la Tabla 6, se presentan los resultados del análisis del biol; en los contenidos de nutrientes del biol presenta: nitrógeno total de 0,049 %, este elemento es vital para el

desarrollo vegetativo de la planta; al respecto Fuentes (1999), menciona que el nitrógeno (N) es un factor necesario para el crecimiento de las plantas, esencial en la formación de la clorofila, órganos vegetativos de la planta, y estimula el crecimiento; el contenido de fósforo presenta 0,020 % y el contenido de potasio presente es de 0,161 % estos valores son un tanto bajos en lo cual para obtener buenos resultados, las aplicaciones deben de realizarse con mayor frecuencia.

Además, el biol es rico en otros nutrientes como ser el Hierro, Zinc, Manganeseo, entre otros, al respecto la FAO (1986), señala que los abonos orgánicos contienen nutrientes solubles y fitoreguladores como auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno e inhibidores de crecimiento en dosis adecuadas regulan los procesos fisiológicos en las plantas.

### **6.3 Identificación de las especies vegetales presentes en la pradera nativa en condición de ladera**

Para la identificación de todas las especies vegetales presentes en la pradera nativa en estudio primero se procedió a la recolección de especies vegetales esto se realizó entre los meses de septiembre a octubre, removiendo plantas completas (raíz, tallo, hojas, flores) y por especie vegetal, en toda el área de estudio; las muestras fueron secadas en un herborizador bien prensado para su posterior identificación y clasificación.

Se identificaron un total de 40 especies vegetales nativas que forman parte de la flora nativa de la pradera en estudio, cuya identificación se realizó por especies agrupándolas luego por familias, para una mayor comprensión y facilidad en el reconocimiento se realizaron fichas de cada especie vegetal nativa presente en la pradera ver (Anexo 4.).

Las especies vegetales existente en el área de estudio de la pradera nativa fueron clasificadas e identificadas en su totalidad; las mismas se encuentran registradas en la Tabla 7.

Tabla 7.

**Existencia de plantas clasificadas por familia, especie y nombre común en la pradera nativa en condición de ladera**

NOMBRES CIENTÍFICOS	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Nothoscordum andicola</i> Kunth.	Cebollín, chulkus	Amaryllidaceae
<i>Hypochaeris elata</i> (Wedd) Griseb.	Leche leche	Asteraceae
<i>Heterosperma tenuisectum</i> (Griseb.) Cabrera.	s/n	Asteraceae
<i>Hieracium</i> sp.	s/n	Asteraceae
<i>Bacharis incarum</i> (Wedd.) Cuatrec.	Ñack´a thola, ñack´a huara	Asteraceae
<i>Tagetes multiflora</i> L.	Huacataya	Asteraceae
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	s/n	Asteraceae
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Flor amarilla, hierva cana.	Asteraceae
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	s/n	Asteraceae
<i>Bidens andicola</i> Kunth.	Pega-pega, muni muni,	Asteraceae
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	Orko thian	Asteraceae
<i>Gnaphalium</i> sp.	Wira wira	Asteraceae
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Leche leche, diente de león	Asteraceae
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Kanapacu	Asteraceae
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechugilla común, achicoria	Asteraceae
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell.	s/n	Asteraceae
<i>Lepidium</i> sp.	Janukara	Brassicaceae
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	Bolsa de pastor	Brassicaceae
<i>Echinopsis crassicaulis</i> (R. Kiesling) H.Friedrich & Glaetzle.	s/n	Cactaceae
<i>Opuntia boliviana</i> (Salm-Dyck) F.Ritter	Airampu, puscaya	Cactaceae
<i>Paronychia andina</i> (Vill.) DC.	s/n	Caryophyllaceae
<i>Dichondra microcalix</i> (Hallier f.) Fabris.	Orgo latita	Convolvulaceae
<i>Trifolium amabile</i> Kunth.	Trébol de oveja, layu layu.	Fabaceae
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.ex Aiton	Aguja, reloj reloj	Geraniaceae
<i>Tarasa tenella</i> (Cav.) Krapov.	Kora, malva, khowa	Malvaceae
<i>Malva neglecta</i> .	Malva	Malvaceae
<i>Hypseocharis pimpinellifolia</i> Remy.	Suelda, consuelda	Oxalidaceae
<i>Oxalis</i> sp.	s/n	Oxalidaceae
<i>Jarava</i> sp.	Paja, sicuya	Poaceae
<i>Aristida antoniana</i> Steud. Ex Doll	Parque Iru	Poaceae
<i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl	Chilliwa, chilligua	Poaceae
<i>Nassella</i> sp.	s/n	Poaceae
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	Chiji, kikuyo	Poaceae

<i>Chondrosium simplex</i> (Lag.) Kunth	Llapa pasto, pasto bandera.	Poaceae
<i>Eragrostis virescens</i> J. Presl		Poaceae
<i>Vulpia</i> sp.		Poaceae
<i>Portulaca</i> sp.		Portulacaceae
<i>Tetraglochin cristatum</i> (Britton) Rothm.	Kaylla; Kayllu Chai	Rosaceae
<i>Richardia</i> sp.		Rubiaceae
<i>Verbena</i> sp.		Verbenaceae

En la anterior Tabla 7 se observa toda la diversidad de especies vegetales presentes en la pradera nativa en estudio, que constituye una fuente principal de alimentación para el ganado doméstico: camélidos y ovinos; ya que estas dos especies de animales son a los que se les pastorea en las laderas por su aptitud de caminar en las mismas, especialmente en la época seca del año que es un periodo crítico, donde la disponibilidad de alimento es mínima.

#### 6.4 Relación porcentual de familias botánicas presentes en el área de estudio

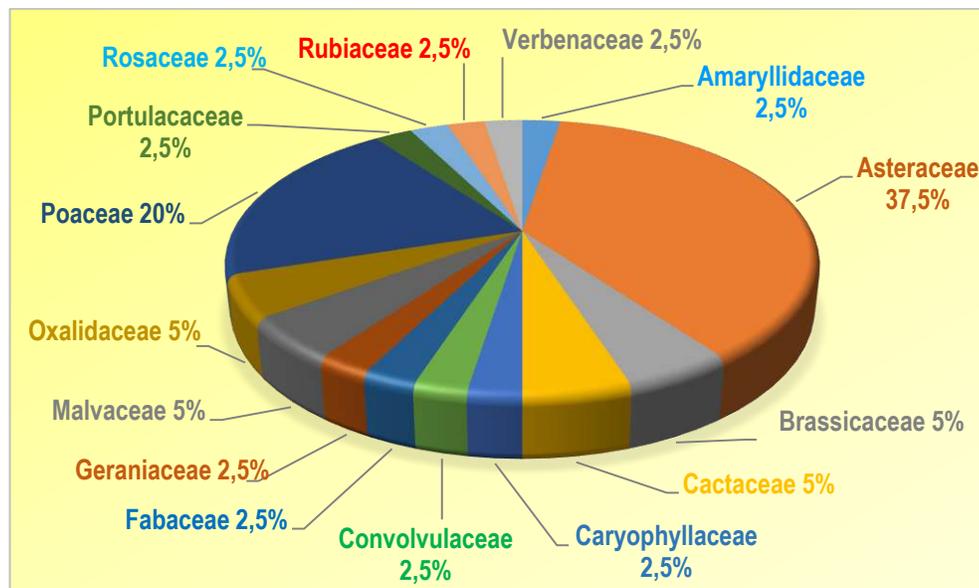
La Tabla 8 nos muestra la relación porcentual de todas las familias botánicas presentes en la pradera nativa.

**Tabla 8. Relación porcentual de familias botánicas**

N°	FAMILIAS	N° DE ESPECIES	PORCENTAJES (%)
1	Amaryllidaceae	1	2,5
2	Asteraceae	15	37,5
3	Brassicaceae	2	5
4	Cactaceae	2	5
5	Caryophyllaceae	1	2,5
6	Convolvulaceae	1	2,5
7	Fabaceae	1	2,5
8	Geraniaceae	1	2,5
9	Malvaceae	2	5
10	Oxalidaceae	2	5
11	Poaceae	8	20
12	Portulacaceae	1	2,5
13	Rosaceae	1	2,5
14	Rubiaceae	1	2,5
15	Verbenaceae	1	2,5
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>100%</b>

Como se puede notar en la Tabla 8 las familias: Asteraceae y Poaceae son las más predominantes teniendo así un mayor número de especies presentes en la pradera nativa en condición de ladera.

En la siguiente Figura 21, se representa gráficamente las relaciones porcentuales de cada una de las familias botánicas existentes.



**Figura 21. Relación porcentual de las familias botánicas presentes en el área de estudio**

En la Figura 21, se observa que existen un total de 15 familias que componen la pradera nativa estudiada y la familia de mayor porcentaje corresponde a las Asteráceas con 37,5 %, seguido de las Poáceas con 20 %, en tanto las de menor proporción corresponden a las familias Brassicáceas, Cactáceas, Malváceas, Oxalidáceas con 5 %, mientras las familias de Caryophylláceas, Convolvuláceas, Fabáceas, Geraniáceas, Portulacáceas, Rosáceas, Rubiáceas, Verbenáceas y Amaryllidáceas, componen solamente el 2,5% cada una de ellas.

Estos porcentajes reflejan la diversidad de especies nativas que existen en la pradera nativa en condición de ladera, la cual es distinta en una pradera que se encuentra en la planicie encontrándose en este otro tipo de especies; como reflejan los porcentajes

la familia de las Asteráceas presenta mayor número de especies seguido de la familia de las Poáceas.

Zarate (1997), Indica que la pradera natural o campos nativos de pastoreo son tierras donde la vegetación nativa está compuesta principalmente de pastos y hierbas, muy parecidas a las gramíneas y están destinados casi en su totalidad para el pastoreo del ganado.

A su vez, Pérez (2009), señala que, en las praderas alto andinas, se encuentran una diversidad de familias botánicas como las Poáceas y Asteráceas. Dentro de esta familia, se tiene a los géneros, como *Festuca*, *Stipa* y dentro de los géneros, las especies, como la *Festuca dolichophylla* (ch'illiwa), además de las familias Rosáceas, Ciperáceas, Fabáceae, entre otras, etc.

## **6.5 Variables de respuesta**

### **6.5.1 Variables de respuesta bajo la aplicación foliar del biol**

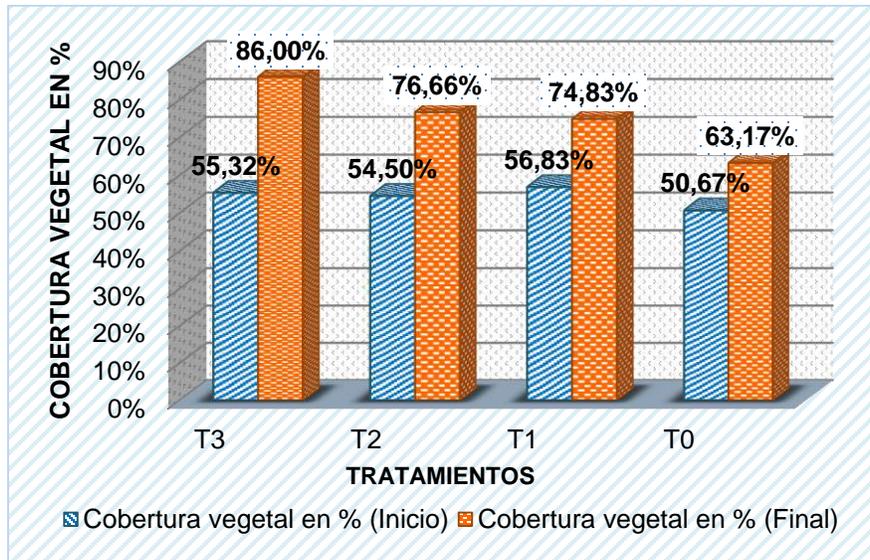
En el trabajo de investigación realizado se analizaron las siguientes variables de estudio: Cobertura vegetal en %, cobertura vegetal por especie, frecuencia de vegetación, densidad de vegetación, vigor de vegetación, rendimiento de materia verde y seca.

#### **6.5.1.1 Cobertura vegetal en porcentaje (%)**

En la Figura 22 se observa que se obtuvo el mayor porcentaje de incremento de cobertura vegetal con el tratamiento 3 (60 % de biol), llegando a obtener un 86 % de cobertura vegetal en el suelo.

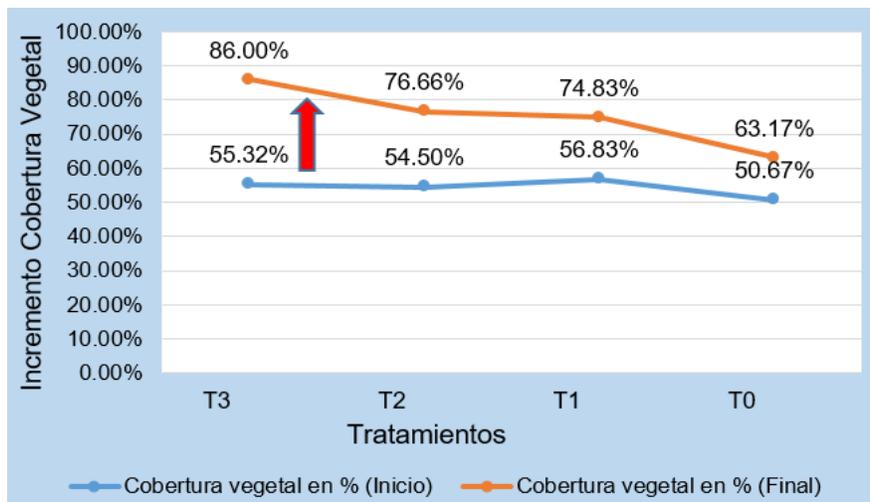
Como se observa en la figura al inicio del experimento la cobertura inicial del tratamiento 3 era del 55,32 % se observa claramente que hubo un gran incremento ; por otro lado se obtuvo un menor porcentaje de incremento de cobertura con el tratamiento 0 en donde no se aplico el biol.

Entre tanto el tratamiento 1 con 74,83% y el tratamiento 2 con 76,66% lograron un incremento de cobertura casi igual, pero en menor proporción que el tratamiento 3.



**Figura 22. Cobertura vegetal en porcentaje (%)**

En la Figura 23 se observa el incremento de cobertura vegetal representado graficamente por líneas, donde la línea celeste representa la cobertura vegetal al inicio del trabajo de investigación; como se puede notar la mayoría de los tratamientos al inicio del experimento variaban entre 50% a 56% (cobertura inicial de la pradera nativa en estudio); notándose claramente un incremento de cobertura entre los tratamientos al final de la investigación, representado por la línea naranja.



**Figura 23. Incremento de la cobertura vegetal en porcentaje.**

Los resultados de la Tabla 9, análisis de varianza para cobertura vegetal de una pradera nativa en condición de ladera aplicado con diferentes concentraciones de biol muestra: la fuente de variabilidad bloques es no significativo estadísticamente, contrariamente muestra diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) en tratamientos, lo cual nos indica que los diferentes niveles de biol incorporados de manera foliar sobre la cobertura vegetal de la pradera nativa tuvo amplio efecto de manera positiva.

Con un coeficiente de variación igual a 4,93 % este valor nos indica que los datos son confiables, hubo confiabilidad en los datos experimentales reflejando la información para esta variable; puesto que su valor es menor al 30 % valor permitido para trabajos agronómicos en campo, por lo que se considera que hubo un buen manejo de las unidades experimentales según indica (Calzada, 1982).

**Tabla 9.**

***Análisis de varianza para cobertura vegetal en porcentaje en la fase final de evaluación.***

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	101,2	3	33,73	2,45	0,1301 NS
Tratamientos	1054,5	3	351,5	25,55	0,0001 **
Error	123,82	9	13,76		
Total	1279,51	15			
CV %	4,93				

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio  
CV% = Coeficiente de variación NS = No significativo \*\* = Altamente significativo

Las comparaciones de medias de los tratamientos, se evaluaron según la medición de cobertura vegetal en % el cual se observa en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

***Comparación de medias del porcentaje de cobertura vegetal en los diferentes tratamientos***

Tratamientos	Medias en (%)	n	E.E.	Duncan (5%)
T3	86,00	4	1,85	A
T2	76,66	4	1,85	B
T1	74,83	4	1,85	B
T0	63,17	4	1,85	C

Según la Tabla 10, al realizar la prueba DUNCAN para distintos niveles de biol, a un nivel de significancia del 0,05 el tratamiento 3 (60% de biol), obtuvo el mayor porcentaje de cobertura vegetal, llegándose a incrementar hasta un 86 %; por tanto siendo así el tratamiento más recomendado para lograr un mayor incremento de cobertura vegetal en una pradera nativa en condición de ladera.

En tanto los tratamientos 1 (20% de biol) y el tratamiento 2 (40% de biol), llegaron a incrementar similarmente ( $p \geq 0,05$ ) su cobertura vegetal en 74,83% y 76,66% respectivamente; y correspondiendo el menor porcentaje en incremento de cobertura vegetal al 0% de biol con 63,17%.

Al respecto Yahuita (2013), registra diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las medias de los tratamientos, la mejor respuesta que obtuvo en el incremento de cobertura vegetal de la especie nativa *Bromus catharticus* fue del 57,8% al fertilizar con estiércol descompuesto de llama a una dosis de (12 t/ha), seguido del 43,71% de cobertura a una dosis de (8 t/ha) y por último el testigo donde obtuvo el 30,4%, estos resultados obtenidos son menores a nuestra investigación.

Estos incrementos de cobertura vegetal en la pradera nativa se atribuyen a los efectos positivos de la aplicación foliar a distintos niveles de biol, ya que el mismo contiene nutrientes de fácil asimilación para las plantas, así indica Arana (2011), el biol es de fácil absorción para las plantas, además por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas; sobre todo el nitrógeno en forma amoniacal, que es un elemento motor para el crecimiento de la planta, hace que exista un incremento en altura y cobertura en las plantas.

Al respecto Chilón (1997), indica que estas diferencias pueden atribuirse también a la asimilación de nutrientes de nitrógeno en mayor proporción.

### **6.5.1.2 Cobertura vegetal por especie en porcentaje**

En la Tabla 11 se observa la cobertura vegetal por familias y especies en porcentaje, donde se puede ver la cobertura de cada una de las especies en porcentajes pertenecientes a la pradera nativa en condición de ladera, las mismas fueron

agrupadas por familias dando una sumatoria total del 100% en cada uno de los tratamientos en estudio.

Se puede notar que las primeras tres especies con mayor cobertura vegetal de la pradera nativa son: *Aristida antoniana* con un promedio del 11,30%, *Nasella* sp. con 8,62% e *Hypseocharis pimpinellifolia* con 7,19 % de cobertura vegetal.

**Tabla 11.**

**Cobertura vegetal por familias y especies en porcentaje**

FAMILIAS Y ESPECIES	T0	T1	T2	T3
<b>Amaryllidaceae</b>	%	%	%	%
<i>Nothoscordum andicola</i> Kunth	5,12	3,93	3,67	3,50
<b>Asteraceae</b>				
<i>Hypochaeris elata</i> (Wedd) Griseb	1,16	1,55	2,14	2,75
<i>Heterosperma tenuisectum</i> (Griseb)	1,86	2,69	2,24	2,00
<i>Hieracium</i> sp.	0,81	0,62	0,92	0,75
<i>Bacharis incarum</i> (Wedd.) Cuatrec.	3,49	3,62	4,18	2,84
<i>Tagetes multiflora</i> L.	3,74	4,34	2,75	3,75
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip	3,88	3,62	2,95	4,25
<i>Senecio vulgaris</i> L.	0,81	0,83	0,71	0,75
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng	0,93	0,72	0,71	0,67
<i>Bidens andicola</i> Kunth	0,58	0,52	0,41	0,83
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	0,70	0,62	0,81	0,58
<i>Gnaphalium</i> sp.	0,81	0,72	0,71	0,67
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	0,81	0,93	1,02	0,92
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	0,93	1,03	1,02	1,50
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1,16	1,24	1,22	0,67
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze	1,16	1,24	1,32	1,25
<b>Brassicaceae</b>				
<i>Lepidium</i> sp.	0,47	0,52	0,81	1,00
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	0,47	0,31	0,20	0,58
<b>Cactaceae</b>				
<i>Echinopsis crassicaulis</i> (R. Kiesling) H.Friedrich & Glaetzle.	2,44	1,76	1,32	2,34
<i>Opuntia boliviana</i> (Salm-Dyck) F.Ritter.	0,93	0,93	1,32	0,92
<b>Caryophyllaceae</b>				
<i>Paronychia andina</i> (Vill.) DC.	0,35	0,52	0,71	0,75
<b>Convolvulaceae</b>				

<i>Dichondra microcalix</i> (Hallier f.) Fabris	1,98	2,07	2,75	1,67
<b>Fabaceae</b>				
<i>Trifolium amabile</i> Kunth	1,51	2,90	2,65	1,75
<b>Geraniaceae</b>				
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.ex Aiton	2,56	1,96	1,73	1,75
<b>Malvaceae</b>				
<i>Tarasa tenella</i> (Cav.) Krapov.	1,51	1,14	1,43	1,67
<i>Malva neglecta</i> L.	1,05	1,34	1,63	1,67
<b>Oxalidaceae</b>				
<i>Hypseocharis pimpinellifolia</i> Remy.	6,51	8,38	7,03	6,84
<i>Oxalis</i> sp.	2,21	2,17	2,44	2,25
<b>Poaceae</b>				
<i>Jarava</i> sp.	4,19	2,28	3,97	4,17
<i>Aristida antoniana</i> Steud. Ex Doll	12,91	12,82	8,76	10,68
<i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl	1,28	1,86	2,04	2,09
<i>Nassella</i> sp.	7,50	9,93	8,86	8,17
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	0,81	0,72	2,75	1,67
<i>Chondrosum simplex</i> (Lag.) Kunth	4,30	2,79	3,26	3,25
<i>Eragrostis virescens</i> J. Presl	3,49	3,93	4,38	4,34
<i>Vulpia</i> sp.	1,74	1,76	2,75	2,59
<b>Portulacaceae</b>				
<i>Portulaca</i> sp.	2,56	3,10	2,44	2,92
<b>Rosaceae</b>				
<i>Tetraglochin cristatum</i> (Britton) Rothm.	5,35	4,45	5,60	5,17
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Richardia</i> sp.	2,21	1,55	2,04	2,25
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Verbena</i> sp.	0,93	1,14	1,02	0,58
<b>Suelo desnudo y roca</b>	2,79	1,45	1,32	1,25
<b>TOTAL (%)</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

En la Tabla 12 se observa la cobertura vegetal por familias en % donde las 40 especies pertenecientes a la pradera nativa fueron agrupadas por familias botánicas para su fácil comprensión y análisis; para esta variable se muestran porcentajes de la cobertura de especies tanto al inicio como al final del presente trabajo; para así observar el efecto de los diferentes niveles de biol.

Se observa que la familia Poaceae (*Jarava* sp., *Aristida antoniana*, *Festuca dolichophylla*, *Nassella* sp., *Pennisetum clandestinum*, *Chondrosium simplex*, *Eragrostis virescens*, *Vulpia* sp.); presenta mayor porcentaje de cobertura en los distintos tratamientos llegando a ver que con el tratamiento 3 existe mayor incremento de cobertura de esta familia con 36,95%.

La familia de las Poáceae es la que con mayor cobertura vegetal aporta a la pradera nativa en estudio frente a las otras familias, sacando un promedio general el porcentaje de cobertura para esta familia es de 36,51%.

Seguidamente se encuentra la familia de las Asteráceae comprendida por las especies: *Hypochaeris elata*, *Heterosperma tenuisectum*, *Hieracium* sp., *Bacharis incarum*, *Tagetes multiflora*, *Facelis retusa*, *Senecio vulgaris*, *Viguiera dentata*, *Bidens andicola*, *Achyrocline alata*, *Gnaphalium* sp., *Taraxacum officinale*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus* y la especie *Schkuhria pinnata*; es la segunda familia que mayor porcentaje de cobertura presenta con un promedio general de 23,61% logrado con el tratamiento 3 (60% de biol).

En tercer lugar se encuentra la familia de las Oxalidaceae comprendida por dos especies: *Hypseocharis pimpinellifolia* y *Oxalis* sp. con un porcentaje general de cobertura de 9,46%.

Seguidamente tenemos a la familia de las Rosaceae representado por la especie *Tetraglochin cristatum* ocupando un porcentaje de cobertura del 5,14%.

Presentando un menor porcentaje de cobertura vegetal tenemos a las familias: Amaryllidaceae con 4,05%, Cactaceae con 2,99%, Malvaceae con 2,86%, Portulacaceae con 2,76%, Fabaceae con 2,20%, Convolvulaceae con 2,12%, Rubiaceae con 2,01%, Geraniaceae con 2,00%, Brassicaceae con 1,09%, Verbenaceae con 0,92%, y por último tenemos a la familia de las Caryophyllaceae con 0,58% de cobertura vegetal.

Al final del experimento el porcentaje de suelo desnudo y roca disminuyó de 16,05 % que era el inicio a 1,70% en el final; llegando a notar que el porcentaje de cobertura vegetal de las distintas familias botánicas incrementó notablemente aplicando

diferentes niveles de biol, resultando que el T3 con 60% de biol logró mayores porcentajes de cobertura vegetal en las familias más dominantes de la pradera nativa las cuales fueron las Poaceae y Asteraceae.

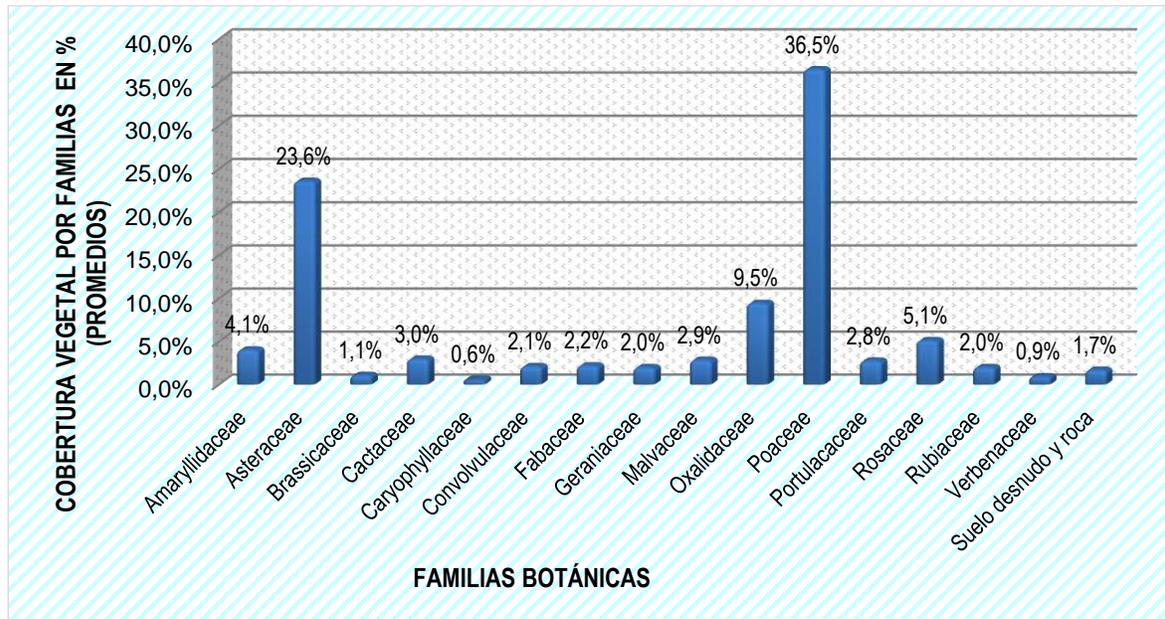
**Tabla 12.**

**Cobertura vegetal por familias en porcentaje ( Inicio y final )**

FAMILIAS BOTÁNICAS	T0		T1		T2		T3	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Amaryllidaceae	5,11	5,12	3,71	3,93	3,39	3,67	2,93	3,50
Asteraceae	15,20	22,85	17,71	24,19	15,09	23,12	15,71	24,30
Brassicaceae	0,48	0,93	0,43	0,83	0,00	1,02	0,90	1,58
Cactaceae	3,39	3,37	2,43	2,69	2,55	2,65	3,47	3,25
Caryophyllaceae	0,32	0,35	0,50	0,52	0,56	0,71	0,70	0,75
Convolvulaceae	1,90	1,98	2,00	2,07	2,70	2,75	1,02	1,67
Fabaceae	1,14	1,51	2,57	2,90	2,60	2,65	1,02	1,75
Geraniaceae	2,27	2,56	1,43	1,96	1,55	1,73	1,40	1,75
Malvaceae	0,32	2,56	1,57	2,48	0,99	3,05	2,17	3,34
Oxalidaceae	8,39	8,72	10,50	10,55	9,00	9,47	9,26	9,09
Poaceae	35,91	36,22	34,86	36,09	34,49	36,76	34,40	36,95
Portulacaceae	2,50	2,56	2,57	3,10	2,22	2,44	2,70	2,92
Rosaceae	5,33	5,35	4,41	4,45	5,50	5,60	5,09	5,17
Rubiaceae	2,11	2,21	0,00	1,55	0,71	2,04	1,28	2,25
Verbenaceae	0,81	0,93	1,00	1,14	1,00	1,02	0,51	0,58
Suelo desnudo y roca	14,81	2,79	14,31	1,56	17,65	1,32	17,43	1,14
<b>TOTAL EN %</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
T0 = Testigo	T1= 20% de biol		T2= 40% de biol		T3= 60% de biol			

En la figura 24 se muestra los promedios de cobertura vegetal por familias en porcentajes, estos datos son del final del experimento en los mismos se puede observar el porcentaje de cobertura ocupado por cada una de las familias botánicas pertenecientes a la pradera nativa.

Como se vé en la figura la familia de las Poaceae son las de mayor cobertura ocupando un porcentaje del 36,5% seguido de las Asteraceae con el 23,6%; también se puede notar una gran disminución del porcentaje de suelo desnudo y roca con el 1,70 %.



**Figura 24. Cobertura vegetal por familias en % (promedios)**

Al respecto Lafuente (2007), registró porcentajes de cobertura vegetal de algunas especies en una pradera en clausura de la estación experimental Choquenaira en la época húmeda los porcentajes fueron: *Festuca dolichophylla* 42,05%, *Muhlenbergia fastigiata* 13,5%, *Hordeum muticum* 5,1%, *Taraxacum officinale* 4,55%, *Salvia* sp. 2,25%, *Alchemilla pinnata* 1,75%; esto nos indica que las especies de una pradera nativa en condición de ladera son casi distintas a las de una pradera ubicada en la planicie, donde los porcentajes de cada especie varían.

### 6.5.1.3 Densidad en la vegetación

En la siguiente Tabla 13 se muestra la densidad de especies en porcentajes donde todas las especies pertenecientes a la pradera nativa en estudio fueron agrupadas en familias; en esta variable se muestran los porcentajes de densidad al inicio y al final del experimento esto con el fin de comparar el comportamiento de la densidad de las familias botánicas.

Se observó con claridad que la familia de las Poaceae (*Jarava* sp. *Aristida antoniana*, *Festuca dolichophylla*, *Nassella* sp., *Pennisetum clandestinum*, *Chondrosium simplex*, *Eragrostis virescens*, *Vulpia* sp.); presenta mayor porcentaje de densidad en los distintos tratamientos, notándose así que con el tratamiento 3 (60% de biol) se logró mayor incremento, donde al inicio del estudio la densidad de las Poaceas era de 32,97% y al final del estudio se pudo observar que esta familia incrementó su porcentaje de densidad 40,61%.

El segundo lugar lo ocupa la familia de las Asteraceae comprendida por las especies: *Hypochaeris elata*, *Heterosperma tenuisectum*, *Hieracium* sp., *Bacharis incarum*, *Tagetes minuta*, *Facelis retusa*, *Senecio vulgaris*, *Viguiera dentata*, *Bidens andicola*, *Achyrocline alata*, *Gnaphalium* L., *Taraxacum officinale*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Schkuhria pinnata*; es una de las familias que presenta un gran porcentaje de densidad, como se puede notar en el cuadro 13; con el tratamiento 3 se logro mayor densidad de vegetación en esta familia incrementándose asi de 13,59% en el inicio a 26,58% al final del estudio.

El tercer puesto lo ocupa la familia de las Oxalidaceae comprendida por dos especies: *Hypseocharis pimpinellifolia* y *Oxalis* sp. con un porcentaje promedio general de densidad del 14,31%.

Posteriormente se encuentra la familia de las Fabaceae representado por la única especie *Trifolium amabile* Kunth ocupando un porcentaje de densidad del 4,37%.

Presentando un menor porcentaje de densidad en la vegetación tenemos a las siguientes familias: Convolvulaceae con 3,27%, Rosaceae con 2,66%, Geraniaceae con 2,49%, Amaryllidaceae con 2,00%, Cactaceae con 1,23%, Malvaceae con 1,16%, Portulacaceae con 0,95%, Verbenaceae con 0,90%, Brassicaceae con 0,66%, Caryophyllaceae con 0,56% y por ultimo tenemos a la familia de las Rubiaceae con 0,33% de densidad de vegetación.

Al final del experimento el porcentaje de suelo desnudo y roca disminuyó de 25,9 % inicialmente a 2,99% en el final; llegándose a notar que el porcentaje de densidad de

las distintas familias incrementó considerablemente aplicando diferentes niveles de biol, resultando que el T3 con 60% de biol logró mayores porcentajes de densidad en las familias más dominantes de la pradera nativa que son las Poaceae y Asteraceae.

**Tabla 13.**

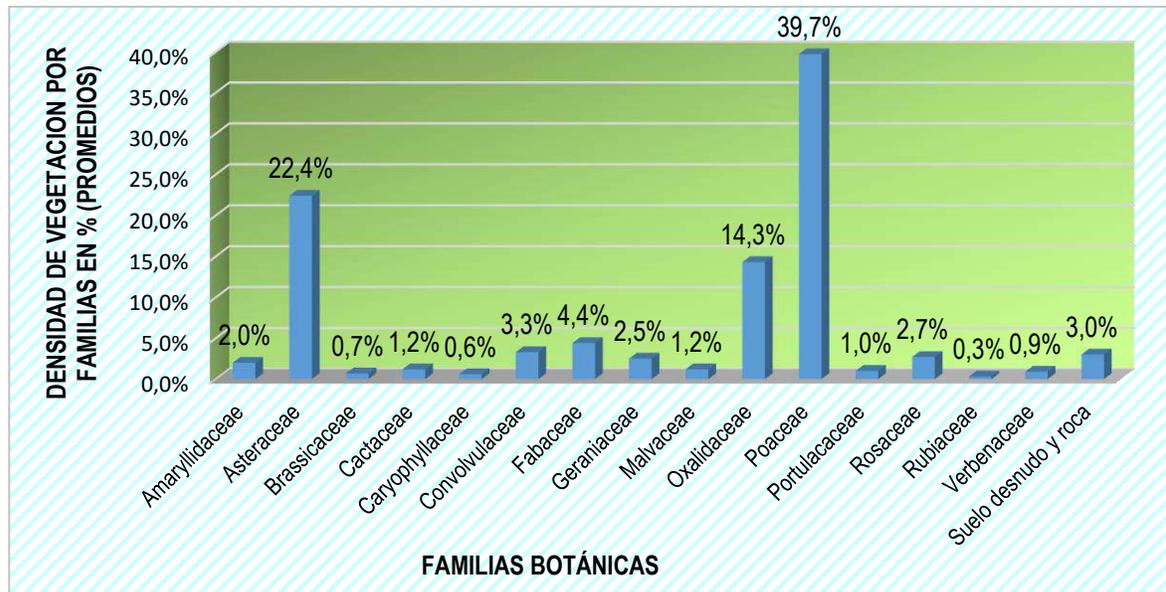
***Efecto de los tratamientos con niveles de biol en la densidad de la vegetación por familias y en porcentaje (Inicio y final).***

FAMILIAS BOTÁNICAS	T0		T1		T2		T3	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Amaryllidaceae	0,00	0,00	5,26	6,17	1,00	1,19	0,50	0,63
Asteraceae	15,11	23,11	9,15	19,82	12,41	20,15	13,59	26,58
Brassicaceae	0,00	0,00	0,68	1,30	0,00	0,40	0,00	0,95
Cactaceae	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	1,19	2,38	2,85
Caryophyllaceae	0,00	0,00	0,00	0,44	1,00	1,19	0,50	0,63
Convolvulaceae	6,67	7,56	0,00	0,00	2,93	3,95	1,00	1,58
Fabaceae	0,00	0,89	6,50	6,59	3,56	4,74	5,02	5,28
Geraniaceae	7,11	7,11	0,00	0,00	0,00	1,58	1,00	1,27
Malvaceae	0,00	0,00	0,00	1,32	2,10	2,37	0,50	0,95
Oxalidaceae	12,44	13,33	7,37	12,23	14,63	19,00	11,92	12,66
Poaceae	32,44	37,78	35,92	40,00	36,97	40,60	32,97	40,61
Portulacaceae	0,00	0,00	0,00	1,76	0,00	0,79	1,00	1,27
Rosaceae	3,11	3,56	4,21	4,41	0,75	0,79	1,88	1,90
Rubiaceae	0,00	0,00	0,53	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00
Verbenaceae	0,00	0,00	1,28	2,32	0,00	0,00	1,00	1,27
Suelo desnudo y roca	23,11	5,78	29,10	2,32	24,65	2,06	26,74	1,58
<b>TOTAL EN %</b>	<b>100,00</b>							

T0 = Testigo    T1= 20% de biol    T2= 40% de biol    T3= 60% de biol

En la Figura 25 se muestran los promedios generales en porcentajes de la densidad en la vegetación, estos datos son del final del experimento, donde se puede observar y diferenciar con mayor claridad los diferentes porcentajes de densidad de cada una de las familias botánicas.

Como se ve en la figura las familias más dominantes en cuanto al porcentaje de densidad fueron las Poaceae con 39,7%, las Asteraceae con 22,4% y las Oxalidaceae con un porcentaje de 14,3%.



**Figura 25. Densidad en la vegetación por familias en % (Promedios)**

En la Tabla 14 se observa comparaciones del incremento de la densidad en la vegetación los mismos están representados en porcentajes y resumida de manera general para cada uno de los tratamientos en estudio.

Analizando el cuadro se puede concluir que con el tratamiento 3 (60% de biol), se logró incrementar un mayor porcentaje de densidad en la pradera nativa donde al inicio del estudio este se encontraba con un porcentaje de 73,26 % y al final de la evaluación se incrementó en 98,42%, reduciendo de esta manera el porcentaje de suelo desnudo y roca de 26,74% al 1,58%, en tanto los demás tratamientos llegaron a incrementar la densidad de vegetación pero en menor proporción a diferencia del tratamiento 3.

Tabla 14.

**Comparaciones de porcentajes del incremento de densidad en la vegetación al inicio y al final de experimento, aplicando niveles de biol.**

TRATAMIENTOS	T0		T1		T2		T3	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
% de Densidad en la pradera	76,89	94,22	70,90	97,68	75,35	97,94	73,26	98,42
% de Suelo desnudo y roca	23,11	5,78	29,10	2,32	24,65	2,06	26,74	1,58
<b>TOTAL EN %</b>	<b>100,00</b>							

T0 = Testigo    T1= 20% de biol    T2= 40% de biol    T3= 60% de biol    %= Porcentaje

En tanto Lafuente (2007), en la Estación Experimental de Choquenaira, evaluando una pradera nativa en clausura en la época húmeda registró incremento en los porcentajes de la densidad de algunas especies, estos porcentajes obtenidos fueron: *Festuca dolichophylla* 23,2%, *Muhlenbergia fastigiata* 7,5%, *Hordeum muticum* 3,95%, *Taraxacum officinale* 2,45%, *Salvia* sp. 1,35%, *Alchemilla pinnata* 1%; esto nos indica que las especies de una pradera nativa en condición de ladera son casi distintas a las de una pradera ubicada en la planicie, donde los porcentajes de cada especie varían de acuerdo a la ubicación.

Al respecto Baldivia (2011), indica que el biol actúa de forma directa o indirectamente influyendo en la densidad de plantas, atribuido a la aplicación de biol en las hojas de las plantas. Sin embargo, las diferencias en la densidad total se atribuyen al incremento del número de plantas de la misma especie, es decir plantas con mayor presencia en un área determinada por ejemplo en la presente investigación las Poaceas son las que mayor porcentaje de densidad obtuvieron con 37,78; 40; 40,60 y 40,61%, al contrario, plantas con pocas hojas y bajo presencia en el área de estudio obtuvieron menor porcentaje de densidad.

#### 6.5.1.4 Frecuencia en la vegetación

En la Tabla 15 se observa la frecuencia en la vegetación en porcentajes donde todas las especies de la pradera nativa fueron agrupadas en familias botánicas, en esta variable se muestran porcentajes de la frecuencia de las familias al inicio y al final del

experimento, esto con el fin de observar el comportamiento del biol en la variable frecuencia de vegetación.

Como se puede observar la familia de las Poaceae compuesta de las siguientes especies (*Jarava* sp. *Aristida antoniana*, *Festuca dolichophylla*, *Nassella* sp., *Pennisetum clandestinum*, *Chondrosium simplex*, *Eragrostis virescens*, *Vulpia* sp.); presentan mayor frecuencia en los distintos tratamientos, notándose así que con el tratamiento 3 (60% de biol) se logró un mayor incremento en la frecuencia donde al inicio era de 43,32 % y al final del estudio se logró un 49,59%.

En segundo lugar, se encuentra la familia de las Asteraceae comprendida por las especies: *Hypochaeris elata*, *Heterosperma tenuisectum*, *Hieracium* sp., *Bacharis incarum*, *Tagetes minuta*, *Facelis retusa*, *Senecio vulgaris*, *Viguiera dentata*, *Bidens andicola*, *Achyrocline alata*, *Gnaphalium* L., *Taraxacum officinale*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Schkuhria pinnata*; como se puede notar en el cuadro 15, con el tratamiento 3 se logró una mayor frecuencia de vegetación en lo cual al inicio era de 15,78% y al final de la investigación se obtuvo 17,06%.

En tercer lugar se ubica la familia de las Oxalidaceae comprendida por dos especies: *Hypseocharis pimpinellifolia* y *Oxalis* sp. con un porcentaje promedio general de frecuencia del 15,22%.

Posteriormente se encuentra la familia de las Amaryllidaceae representado por la única especie *Nothoscordum andicola* Kunth ocupando un porcentaje de frecuencia del 3,35%.

Presentando un menor porcentaje de frecuencia de vegetación tenemos a las familias: Rosaceae con 2,26%, Cactaceae con 1,97%, Portulacaceae con 1,88%, Fabaceae con 1,37%, Convolvulaceae con 1,16%, Malvaceae con 0,99%, Rubiaceae con 0,96%, Geraniaceae con 0,66%, Brassicaceae con 0,39%, Verbenaceae con 0,33% y por último tenemos a la familia de las Caryophyllaceae con 0,20% de frecuencia en la vegetación de la pradera nativa en estudio.

Al final del experimento el porcentaje de suelo desnudo y roca disminuyó significativamente; inicialmente tenía un promedio de 23,86% este porcentaje se redujo a 5,24% al final del estudio; llegándose a notar que el porcentaje de frecuencia en la vegetación de las distintas familias incrementó aplicando diferentes niveles de biol, resultando que el tratamiento 3 con una dosis de (60% de biol), logró mayores porcentajes de frecuencia en las familias más dominantes de la pradera nativa que son las Poaceae y Asteraceae.

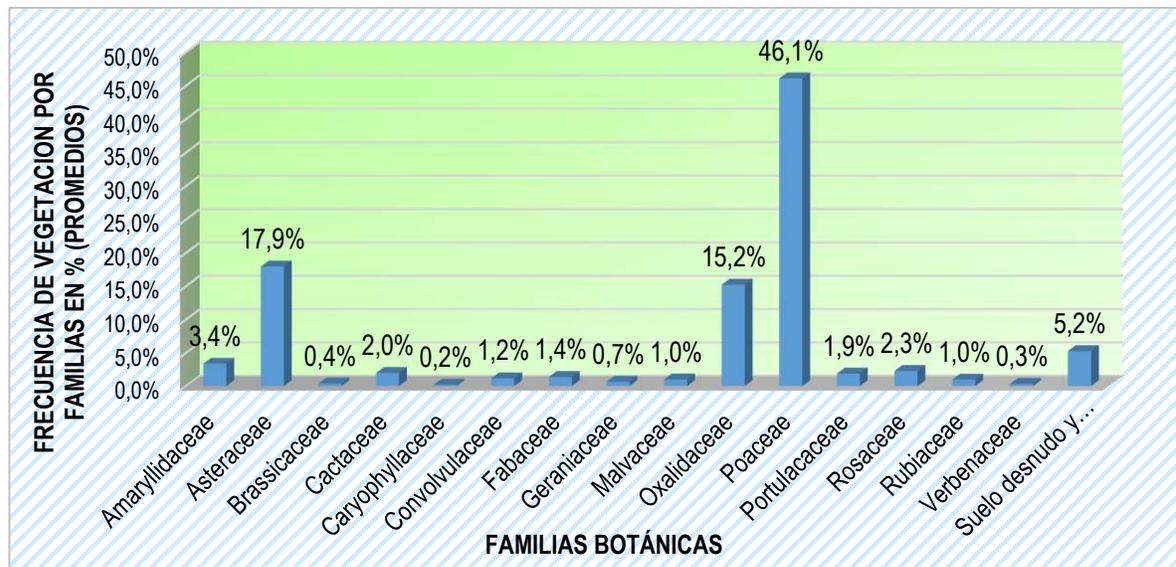
**Tabla 15. Efecto de los tratamientos de biol en la frecuencia de vegetación por familias en % (Inicio y final).**

FAMILIAS BOTANICAS	T0		T1		T2		T3	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Amaryllidaceae	1,63	1,73	4,33	4,47	4,02	4,53	0,43	2,68
Asteraceae	17,02	18,30	16,19	18,29	17,00	18,11	15,78	17,06
Brassicaceae	0,80	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,68
Cactaceae	1,50	2,16	1,27	1,63	2,51	3,40	0,50	0,68
Caryophyllaceae	0,18	0,20	0,00	0,17	0,00	0,10	0,00	0,34
Convolvulaceae	0,51	0,87	1,02	1,22	1,75	1,89	0,30	0,68
Fabaceae	0,51	0,43	3,07	3,25	0,00	1,13	0,00	0,68
Geraniaceae	0,00	0,43	0,00	0,81	0,00	0,38	0,87	1,02
Malvaceae	0,00	1,30	0,00	0,81	0,00	1,51	0,00	0,34
Oxalidaceae	6,43	12,26	6,17	14,20	6,96	16,22	7,08	18,21
Poaceae	39,03	42,32	45,68	48,00	41,35	44,35	43,32	49,59
Portulacaceae	1,52	1,73	0,96	1,63	2,10	2,45	1,30	1,71
Rosaceae	3,57	3,90	1,44	1,63	1,10	1,13	2,30	2,39
Rubiaceae	0,51	1,30	0,36	0,41	0,59	0,75	1,03	1,39
Verbenaceae	0,00	0,87	0,00	0,10	0,00	0,15	0,00	0,20
Suelo desnudo y roca	26,80	11,34	19,51	3,38	22,62	3,90	26,50	2,33
<b>TOTAL EN %</b>	<b>100,00</b>							

T0 = Testigo    T1= 20% de biol    T2= 40% de biol    T3= 60% de biol

En la Figura 26 se muestran los promedios generales en porcentajes de la frecuencia de vegetación, estos datos promedio son del final del experimento, donde se puede observar con mayor claridad los diferentes porcentajes de frecuencia que obtuvieron cada una de las familias botánicas existentes.

Como se observa en la figura las familias botánicas con mayor grado de frecuencia en la pradera en estudio fueron: las Poaceae con un porcentaje de 46,1%, las Asteraceae con 17,9% y las Oxalidaceae con 15,2%.



**Figura 26. Distribución promedio de la frecuencia en la vegetación por familias en % de una pradera nativa en condición de ladera**

Lafuente (2007), registró porcentajes de frecuencia de algunas especies en una pradera en clausura ubicada en la planicie de la estación experimental Choquenaira en la época húmeda los porcentajes fueron: *Festuca dolichophylla* 24%, *Muhlenbergia fastigiata* 21%, *Hordeum muticum* 16%, *Taraxacum officinale* 3,67%, *Salvia* sp. 5,67%, *Alchemilla pinnata* 2%; esto denota que las especies de una pradera nativa en condición de ladera son casi distintas a las de una pradera ubicada en la planicie, donde los porcentajes de cada especie varían.

Para Mamani (2000), el biol a una relación adecuada promueve las actividades fisiológicas, estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas a su vez aumenta el rendimiento y mejora el crecimiento de las plantas, en las especies nativas hace que tengan mayor número de frecuencia ya que estimula el desarrollo de las mismas.

### 6.5.1.5 Vigor de especies clave

En la Tabla 16 se observa los porcentajes de vigor de vegetación de 4 especies elegidas de la pradera nativa, las mismas fueron seleccionadas por las siguientes características: son plantas forrajeras, perenes y palatables para el ganado de altura; estas especies pertenecen a la familia de las Poaceae las mismas son: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* Steud., *Jarava* sp., *Eragrostis virescens* J. Presl, de esta manera se puede analizar mucho mejor esta variable.

La tabla nos muestra porcentajes de vigor tanto al inicio como en el final del experimento; se nota claramente que con el tratamiento 3 (60% de biol), se lograron porcentajes de vigor mucho mas altos en comparación a los otros tratamientos, llegándose a obtener en la especie *Nasella* sp. un 92,88% de vigor con un promedio de altura de 61,72 cm esta especie clave logró un gran incremento de vigor ya que en el inicio del experimento el mismo era del 69,96% y al final obtuvo un 92,88%.

De igual manera para las demás especies el tratamiento 3 fue el que logró mayores porcentajes de vigor; la especie *Aristida antoniana* Steud, obtuvo un valor de 90,80% con un promedio de altura de 17,56 cm en la especie *Jarava* sp., se obtuvo un 90,83% con un promedio de altura del 36,28 cm y finalmente en el especie *Eragrostis virescens* se obtuvo un 85,20% de vigor con un promedio de altura que se observa en el cuadro 16 el mismo fue de 33,31 cm.

En tanto los tratamiento 1 y 2 lograron porcentajes de vigor menores: en la especie *Nasella* sp., se obtuvo un 81,72% (T1) y 91,53% (T2); en la especie *Aristida antoniana* Steud se logró un 81,50% (T1) y 80,40% (T2); en la especie *Jarava* sp., se obtuvo un 86,30% de vigor en el tratamiento 1 y 90,40% de vigor en el tratamiento 2 y finalmente en la especie *Eragrostis virescens* J. se logró un 83,15% de vigor en el tratamiento 1 y 78,27% de vigor en la vegetación en el tratamiento 2.

**Tabla 16.****Vigor de especies clave en porcentaje al inicio y final.**

ESPECIES BOTÁNICAS	T0		T1		T2		T3	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Nasella sp.	62,40	70,10	73,80	81,72	75,82	91,53	73,96	92,88
Aristida antoniana Steud	66,67	86,67	67,83	81,50	61,54	80,40	66,67	90,80
Jarava sp.	82,00	87,44	71,90	86,30	77,92	90,40	78,26	90,83
Eragrostis virescens J.	76,67	80,00	71,62	83,15	67,73	78,27	65,00	85,20

T0 = Testigo    T1= 20% de biol    T2= 40% de biol    T3= 60% de biol    %=Porcentaje

A continuación, en la Tabla 17 se muestra las alturas promedio de las especies clave seleccionadas.

**Tabla 17.****Alturas promedio de plantas de las especies clave en (cm)**

ESPECIES BOTÁNICAS	Altura máx. de planta(cm)	Promedio de altura(cm)	Altura min. de planta(cm)
Nasella sp.	80,00	61,72	43,44
Aristida antoniana Steud	23,12	17,56	12,00
Jarava sp.	44,25	36,28	28,32
Eragrostis virescens J.	42,62	33,31	24,00

cm = centímetros    máx. = máxima    min. = mínima

En la Figura 27 se observa gráficamente el vigor de vegetación en porcentaje de la especie *Nasella* sp., donde se pudo notar que con el tratamiento 3 se logró mayor vigor con un porcentaje de 92,88%; este dato nos indica que esta especie casi llegó a su grado óptimo de crecimiento ya que estuvo por alcanzar el 100%, este grado de porcentaje lo ocupa la planta que mayor altura obtuvo que es de 80 cm.; entonces aplicando 60% de biol, se logró que el vigor de esta especie incremente, como se observa en el gráfico en el inicio del estudio el vigor máximo era de 73,96% el mismo incremento en 92,88% en el final.

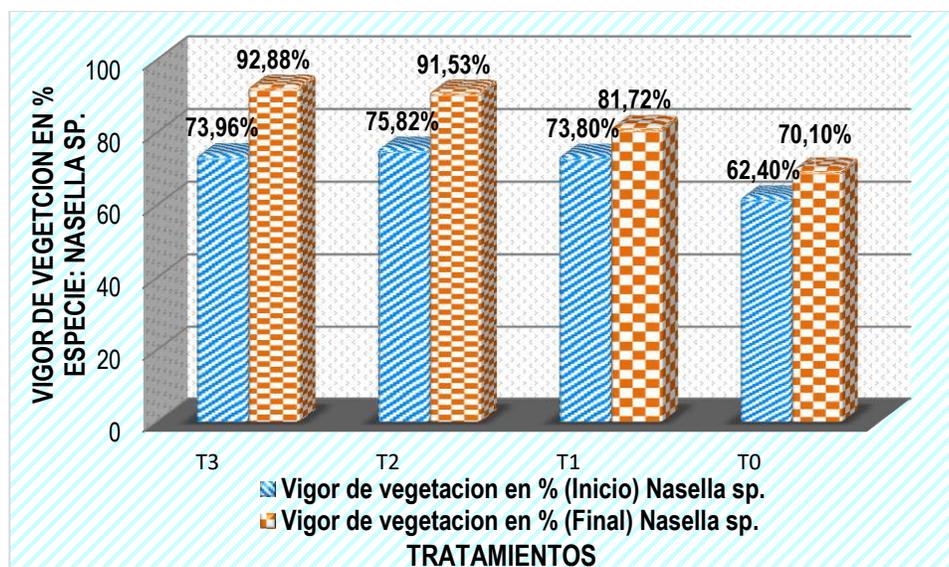


Figura 27. Vigor de vegetación en % especie: *Nasella* sp.

A continuación como ejemplo se mostrará los resultados del análisis de varianza (ANVA) para el vigor de vegetación de la especie *Nasella* sp., en la Tabla 18:

Tabla 18.

**Análisis de varianza para el vigor de vegetación**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	49,6	3	16,53	0,73	0,5577 NS
Tratamientos	1574,43	3	524,81	23,29	0,0001 **
Error	202,81	9	22,53		
Total	1826,84	15			
CV %	7,47				

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio  
CV% = Coeficiente de variación NS = No significativo \*\* = Altamente significativo

Con un coeficiente de variación de 7,47%, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permitidos de variabilidad. En la tabla 18 del análisis estadístico de varianza para la variable vigor de vegetación de la especie *Nasella* sp., se determinó que existen diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre los niveles de biol – bovino, a un nivel de 5 % de probabilidad, por lo tanto, se realizó la prueba de Duncan para determinar las diferencias entre los diferentes niveles de biol.

**Tabla 19.****Comparación de medias del porcentaje de vigor en los diferentes niveles de biol**

Tratamientos	Medias en (%)	n	E.E.	Duncan (5%)
T3	73,47	4	2,37	A
T2	69,12	4	2,37	A B
T1	64,25	4	2,37	B
T0	47,31	4	2,37	C

N = Número de observaciones    E.E. = Error estándar

Según la Tabla 19, al realizar la prueba DUNCAN para los distintos niveles de biol, a un nivel de significancia del 0,05; el tratamiento 3 ( 60% de biol) fue el que obtuvo el mayor porcentaje de vigor en la especie *Nassella* sp. con una media de 73,47%; por tanto siendo así el tratamiento más recomendado para lograr un mayor porcentaje de vigor o altura de planta.

En tanto los tratamientos 2 (40% de biol) y el tratamiento 1 ( 20% de biol), llegaron a obtener porcentajes de vigor de 69,12% y 64,25% respectivamente menores al tratamiento 3; y correspondiendo al menor porcentaje de vigor al 0% de biol con un porcentaje de 47,31%.

Estos datos de incremento en los porcentajes de vigor de vegetación en estas especies nativas se debe a la fertilización foliar con biol a la que fueron sometidas así lo afirma Medina (1992), la fertilización foliar es una forma de fertilización de más rápida absorción de las plantas por las hojas y que principalmente ayuda en el proceso de crecimiento y vigor de las plantas; para Marti (2008), principalmente el uso del biol es como un promotor y fortalecedor del crecimiento de las plantas, hojas y raíces.

Al emplear dos sistemas de fertilización a base de abonos orgánicos e inorgánicos Samaniego (1992), reportó alturas menores de 33,77 y 38,11 cm en la especie *Nassella* sp.; pero Parra (1993), al evaluar el efecto de abonos foliares fosfatados aplicados directamente al suelo registró una altura también menor de 49,30 cm en la misma especie.

Por otro lado en un trabajo de investigación, Céspedes (2014) obtuvo diferentes alturas de planta en la especie *Nassella* sp. que fueron sometidas a la fertilización foliar con biol, registra diferencias significativas, entre las medias de los tratamientos, la mejor respuesta de altura que obtuvo fue de 79,92 cm aplicando 50% de biol, seguida de 78,14 cm de altura utilizando 15% de biol.

Estos datos obtenidos fueron menores a nuestra investigación, puesto que al utilizar 60% de biol obtuvimos un promedio de 80 cm de altura, y es mucho mas alto al que logro Céspedes (2014), ya que este autor obtuvo 79,92 cm de altura de planta.

#### **6.5.1.6 Rendimiento de materia seca (kg/ha) de especies clave**

En la Tabla 20 se observan los rendimientos de materia seca en kilogramos sobre hectárea de 4 especies clave seleccionadas por las siguientes características: son plantas forrajeras, perenes y palatables para el ganado de altura resultando ser así especies de interés, las mismas pertenecen a la familia de las Poaceae estas son: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* Steud., *Jarava* sp., *Eragrostis virescens* J. Presl.

Se observa claramente en la Tabla 20 que con el tratamiento 3 (60 % de biol), se lograron mayores rendimientos de materia seca en kg/ha; llegándose a obtener en la especie ***Nassella* sp.**; 897,14 kg/ha, seguido del tratamiento 2 (40% de biol) con 690,13 kg/ha y correspondiendo al menor rendimiento de materia seca al 0% de biol con 390,76 kg/ha.

En la especie ***Aristida antoniana***, de igual forma el tratamiento 3 logró un mayor rendimiento de materia seca con 175,14 kg/ha, seguido de 40% de biol con 167,37 kg/ha y obteniendo un menor rendimiento al 0% de biol con 100,90 kg/ha.

Al igual que en la anterior planta, en la especie nativa ***Jarava* sp.**, se observa que el tratamiento 3 logró un mayor rendimiento de materia seca con 211,81 kg/ha, seguido de 20% de biol con 202,57 kg/ha y obteniendo un menor rendimiento al 0% de biol con 175,72 kg/ha.

Lo mismo ocurrió en la especie *Eragrostis virescens*, de igual forma el tratamiento 3 logro un mayor rendimiento de materia seca con 206,61 kg/ha, seguido de 40% de biol con 204,91 kg/ha y obteniendo un menor rendimiento al 0% de biol, es decir sin la aplicación del mismo con 102,42 kg/ha.

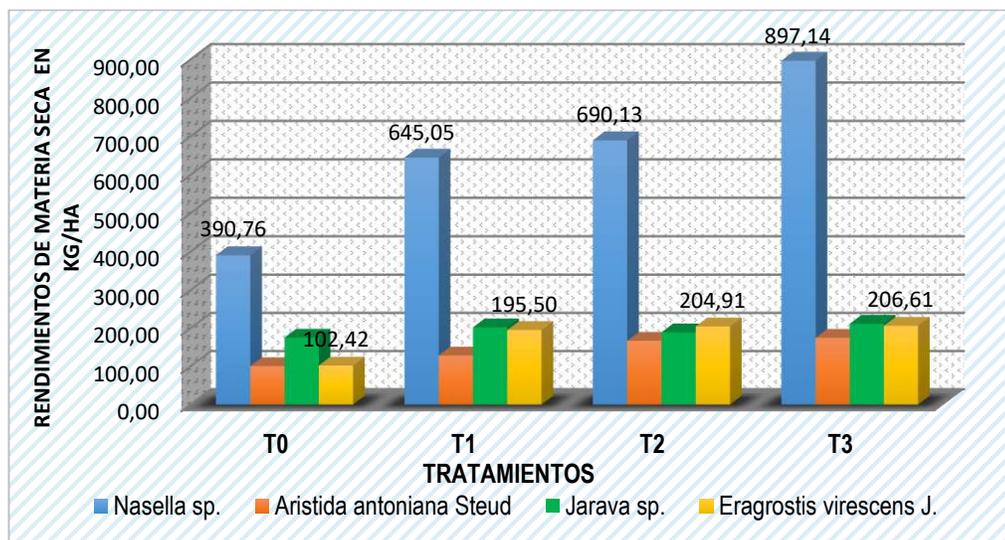
**Tabla 20.**

**Rendimiento de materia seca (MS) kg/ha**

ESPECIES BOTÁNICAS	T0	T1	T2	T3
Nasella sp.	390,76	645,05	690,13	897,14
Aristida antoniana Steud	100,90	128,70	167,37	175,14
Jarava sp.	175,72	202,57	189,43	211,81
Eragrostis virescens J.	102,42	195,50	204,91	206,61

T0 = Testigo    T1= 20% de biol    T2= 40% de biol    T3= 60% de biol

En la Figura 28, se observa gráficamente los rendimientos de materia seca en kg/ha de cada una de las especies nativas seleccionadas: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* Steud., *Jarava* sp., *Eragrostis virescens* J. Presl., en donde se nota claramente las diferencias de rendimiento de los distintos tratamientos en estudio.



**Figura 28. Rendimiento de materia seca en kg/ha**

A continuación como ejemplo se mostrará los resultados del análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento de materia seca en kg/ha de la especie *Nasella* sp., en la siguiente Tabla 21.

**Tabla 21. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	101,2	3	33,73	2,45	0,1301 NS
Tratamientos	1054,5	3	351,5	25,55	0,0001 **
Error	123,82	9	13,76		
Total	1279,51	15			
CV %	4,93				

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio  
CV% = Coeficiente de variación NS = No significativo \*\* = Altamente significativo

Con un coeficiente de variación de 4,93%, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permitidos de variabilidad.

En la tabla del análisis estadístico de varianza para el rendimiento de materia seca en Kg/ha de la especie *Nasella* sp., se determinó que existen diferencias altamente significativas entre los niveles de biol - bovino, a un nivel de 5 % de probabilidad, por lo tanto, se realizó la prueba de Duncan para determinar las diferencias entre los niveles de biol.

**Tabla 22.**

**Comparación de medias del rendimiento de Materia Seca en kg/ha en los diferentes tratamientos**

Tratamientos	Medias en kg/ha	n	E.E.	Duncan (5%)
T3	680,4	4	20,1	A
T2	526,48	4	20,1	B
T1	513,2	4	20,1	B
T0	303,24	4	20,1	C

Según la Tabla 22, al realizar la prueba Duncan para distintos niveles de biol, a un nivel de significancia del 0,05 el tratamiento 3 (60% de biol) obtuvo el mayor rendimiento de materia seca en la especie *Nasella* sp. con un promedio de 680,4 kg/ha

por tanto siendo así el tratamiento más recomendado para lograr un mayor rendimiento de materia seca.

En tanto los tratamientos 2 (40% de biol) y el tratamiento 1 (20% de biol), llegaron a obtener rendimientos de materia seca de 526,48 kg/ha y 513,2 kg/ha significativamente menores ( $p \leq 0,05$ ) al tratamiento 3; y correspondiendo el menor rendimiento 0% de biol con 303,24 kg/ha.

Estos resultados se atribuyen a la acción favorable del biol que tuvo sobre el follaje de las especies nativas así lo indica Medina (1992), mencionó que el efecto de biol aplicado de manera foliar a las plantas, dan resultados satisfactorios para desarrollo de las hojas debido al aporte de fitohormonas, presentes en el biol; a su vez Restrepo (2001), indicó que el biol presenta agentes fitoreguladores que aceleran el desarrollo de las plantas y posteriormente presentan un buen rendimiento.

Según Céspedes (2014), al realizar un trabajo de investigación obtuvo diferentes rendimientos de materia seca en  $\text{g/m}^2$  en la especie *Nasella* sp. que fueron sometidas a la fertilización foliar con biol, registra diferencias significativas, entre las medias de los tratamientos, la mejor respuesta de rendimiento fue de 247,41  $\text{g/m}^2$  aplicando 15% de biol, seguido de 240,76  $\text{g/m}^2$  de rendimiento utilizando 70% de biol. Estos datos obtenidos fueron mayores a nuestra investigación.

Para Batallas (2008), el porcentaje de materia seca es de suma importancia para saber las cantidades de nutrientes que los animales consumirán además permite calcular la disponibilidad de forraje en una explotación ganadera.

Para Meneses y Barrientos (2003), indican que el rendimiento de materia seca está en función al desarrollo fisiológico de la planta. Además, Rodríguez (1991), señala que las hojas son la principal fuente de materia seca elaborado en la mayor parte de las plantas, por su relación directa en la productividad del cultivo por lo que la medida del área foliar es importante para evaluar el comportamiento.

Por otro lado, Copa (1996), señala que a mayor o menor rendimiento de materia seca está estrechamente relacionada con el número de macollos y fertilización adecuada.

Por su parte, Choque y Cocarico (1998), obtuvieron un rendimiento total de 834,0 kg/ha de materia seca, en una pradera de tipo Pajonal Hichu. A su vez, según los datos obtenidos por Quisbert (2002), los rendimientos en este tipo de pastizales llegaron a 792,33 kg/ha; con el cual se puede destacar la aproximación de los datos obtenidos en el área de estudio.

A su vez Condori (2012) registra rendimientos de materia seca de 1052.22 kg/ha; en una pradera de tipo Chillihuar. Por su parte Choquehuanca (1987), en estudios de evaluación realizada determinó una producción de 1200.0 kg/ha de materia seca; en tanto Alzerreca y Lara (1990), sostienen para la puna semi-húmeda, también con dominancia de chillihuales una producción de 1600.0 Kg; estos rendimientos de materia seca fueron mucho mayores a lo obtenido en el presente estudio puesto que este tipo de praderas cuenta con bastante humedad y por tanto buen potencial forrajero.

Según Denament (2012), señala que el porcentaje de materia seca depende del estado fenológico de plantas, condiciones ambientales y procesamiento o conservación del forraje.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos luego de analizar los datos se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las condiciones climáticas como la temperatura y precipitación registradas durante la investigación, son de mucha importancia, puesto que estos parámetros influyen de manera directa en el desarrollo de la vegetación, la temperatura mínima registrada fue  $-1^{\circ}\text{C}$  bajo cero en el mes de Mayo, la cual no afectó de manera negativa en la cobertura vegetal, ni en los otros parámetros de medición, debido a que las especies son propias del lugar es decir son especies nativas; están adaptadas y aclimatadas a estas condiciones térmicas.
2. La composición florística de la pradera nativa en condición de ladera en estudio estaba conformada por 40 especies vegetales nativas, agrupadas en 15 familias botánicas; sobresalen las Asteráceas con 37,5 % y la familia de las Poáceas con 20 %; y en menor proporción se encuentran las Brassicáceas, Cactáceas, Malváceas, Oxalidáceas, con el 5 %, mientras las familias Caryophylláceas, Convolvuláceas, Fabáceas, Geraniáceas, Portulacáceas, Rosáceas, Rubiáceas, Verbenáceas y Amarilidáceas, componen solamente el 2,5% cada una de ellas, estos porcentajes reflejan la diversidad de especies nativas existentes en la pradera nativa.
3. El incremento de la cobertura vegetal y recuperación de la pradera nativa fue mayor al aplicar de manera foliar una dosis de 60% de biol que corresponde al tratamiento 3; este nivel fue el que obtuvo mayor efecto en el porcentaje de cobertura vegetal llegando a incrementar del 55,32 % en la etapa inicial, al 86,00 % de cobertura vegetal al final de la investigación.
4. En cuanto al porcentaje de la cobertura vegetal por especies, las familias botánicas incrementaron notablemente su cobertura aplicando diferentes niveles de biol, resultando así que el tratamiento 3 con 60% de biol logró mayores porcentajes de cobertura vegetal en las familias más dominantes de la pradera nativa como las Poáceas y Asteráceas con 36,5% y 23,6% de cobertura respectivamente.

5. El porcentaje de la densidad en la vegetación se vió favorecida al aplicar diferentes niveles de biol ,ya que se aumentó el número de plantas en las familias botánicas, asi por ejemplo en una de las familias dominantes de la pradera como las Poáceas se incrementó el porcentaje de 32,97% a 40,61% en el final al utiizar 60% de biol; a la conclusión del experimento el porcentaje de suelo desnudo y roca disminuyó de 25,9% en el inicio a 2,99% al final del estudio, esto nos indica que hubo un incremento del recubrimiento de la pradera nativa en estudio.
6. La influencia del biol bovino en el vigor de las especies nativas seleccionadas: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* steud., *Jarava* sp., *Eragrostis virescens* J. Presl., fue favorable; con el tratamiento 3 se lograron porcentajes de vigor más altos en las cuatro especies seleccionadas, llegándose a notar por ejemplo el incremento del porcentaje de vigor en la especie *Nasella* sp. de un 69,96 % a un 92,88 % en el final, con un promedio de altura de 61,72 cm.
7. Al finalizar la investigación se pudo cuantificar el rendimiento de materia seca en kg/ha de las cuatro especies seleccionadas; al obtener el resultado mas sobresaliente se tomó como ejemplo a la especie *Nasella* sp. la cual obtuvo un mayor rendimiento de materia seca con el tratamiento 3 (60% de biol); esta especie con el tratamiento 0 al cual no se aplicó biol obtuvo 390,76 kg/ha en cambio con el tratamiento 3 (60% de biol) se logró un alto rendimiento de 897,14 kg/ha de materia seca.
8. De manera general con el presente trabajo de investigación se confirmó el efecto del biol bovino, a distintos niveles aplicados sobre el follaje; favoreciendo al incremento de la cobertura vegetal, a mejores alturas de planta, al mayor porcentaje de densidad de las especies vegetales, incidiendo asi de manera positiva en la recuperación de la pradera nativa en condición de ladera y de este modo incrementando el rendimiento de materia seca de dicha pradera nativa.

## 8. RECOMENDACIONES

Según a los resultados obtenidos en la investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda previamente identificar y clasificar las especies vegetales nativas en su totalidad antes de realizar cualquier tipo de estudio o investigación en praderas nativas, es un punto fundamental ya que con este conocimiento podemos realizar una mejor evaluación y toma de datos.
- ✓ Tener mucha paciencia y mayor número de observadores con conocimiento de especies vegetales nativas para una toma de datos más precisos ya que existe cierta dificultad al estimar algunas variables como por ejemplo la cobertura vegetal por especies esto debido a la variación de la superficie, el relieve del terreno y la amplia diversidad de plantas nativas existentes en una pradera nativa; por ello el muestreo no se puede hacer de forma rápida.
- ✓ Por las respuestas obtenidas con la aplicación del biol bovino, que favorece la recuperación de una pradera nativa en condición de ladera se recomienda aplicar biol al 60 % y realizar réplicas del presente estudio en distintas zonas del altiplano.
- ✓ Se recomienda realizar las aplicaciones foliares en horas de la mañana hasta las 10 am o por las tardes a partir de las 5 pm y no así en horas de mucho calor, puesto que podrían provocar quemazones o que el producto se evapore rápidamente, evitando obtener los mismos efectos sobre las plantas.
- ✓ Realizar otros trabajos de investigación en praderas nativas con condiciones parecidas a nuestra investigación y tomando en cuenta que las pasturas en laderas son muy importantes para los agricultores quienes lo aprovechan para la alimentación de su ganado, especialmente en periodos críticos donde la disponibilidad de forraje verde es mínimo.

- ✓ Llevar a cabo investigaciones similares en laderas del altiplano, debido a que se observó diversidad de especies de interés forrajero, aunque en menor proporción que de una pradera ubicada en la planicie convirtiéndose en una alternativa para pastar animales, sobre todo considerando que muchas áreas de praderas nativas en la planicie hoy en día son utilizadas para la agricultura.
  
- ✓ Considerando los efectos positivos del biol bovino al 60% en especies nativas del altiplano, se recomienda realizar estudios tomando en cuenta los mismos parámetros en diferentes épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño) con ello determinar la resistencia a las heladas, el rendimiento y el efecto de recuperación.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, F. (2010). *Preparación y uso de Biol.* Lima, Perú. 1ra ed. Soluciones prácticas. 30 p.
- Alzerreca, H. (1982). *Recursos forrajeros nativos y la descertificación en tierras altas de Bolivia.* Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia. 70 p.
- Alzerreca, H. (1987). *Campos Naturales de Pastoreo en la Zona Altiplánica y Alto Andina de Bolivia.* Primera Convención Nacional en producción de Camélidos Sudamericanos PMPR-CORDEOR-CEE. Oruro – Bolivia pp. 155-191.
- Alzerreca, H. (1992). *Producción y utilización de los pastizales de la zona andina de Bolivia.* REPPAN, IBTA. Edit. Papiro, pp. 12, 20-26.
- Alzerreca, H. y Genin, D., (2006). *Campos nativos de pastoreo y producción animal en la puna semiárida y árida andina.* Tarija - Bolivia, 10 p.
- Arana, S. (2011). *Manual de Elaboración de Biol. Soluciones Prácticas.* Cusco – Perú. 40 p. Disponible en: <http://es.slideshare.net/frederys1712/manual-deelaboracin-del-biol>. 40p.
- Ariza, L., y Lizarazu, M. (2015). *Heterosperma (Asteraceae) flora de Argentina. Dicotyledoneas, Asteraceas, Heterosperma,* República de Argentina, pp 219-222.
- Ayala, G. y Aranda, B. (1999). *Manual del Manejo y Conservación de Praderas Nativas SID.* La Paz – Bolivia. 9-17p.
- Barón, E. (1989). *Generalidades del Altiplano Boliviano: Caracterización de campos nativos de pastoreo.* IBTA 168 / Boletín Técnico 36/SR convenio MACA USAID, CRSP. La Paz, Bolivia, 2 p.

- Barrientos, P. (2002). *Manejo de praderas y producción de forrajes*, Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Oruro- Bolivia 1-15 p.
- Blanco, C. (1991). *Nuevas orientaciones para el mejoramiento forrajero del altiplano*. Proyecto de pastos de los Andes Alto, MACA, IICA Zona Andina. La paz, Bolivia 40-57 p.
- Bernardón, A. (1987). *Pastizales Naturales*. Dirección general de Educación Técnica Agropecuaria de la Secretaria de Educación Pública. México D.F. pp 25-27.
- Blanco, R. (2009). *La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo*. Texcoco, México. 239 p
- Bolfor, M., y Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia. p 10-12.
- Caamal, J. (2011). *Muestreo de Arvenses*. En Z. Bautista, Técnicas de Muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM. p 50-52.
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Monografía previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 55, 58 p.
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Ed.V. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú p 97.
- Cárdenas, M. (1981). *El altiplano como un sistema ecológico*. Proyecto de pasturas de los Andes Alto, MACA, IICA Zona Andina. La paz, Bolivia. 60 p.
- Cardozo, A. (1989). *Producción del Forraje y su relación con el Ecosistema y la utilización por los animales*. Mesa Redonda Coordinación de Proyectos de Ganadería Ovina. Corporación de Desarrollo de Oruro. Oruro, Bolivia. pp. 49–51.

- Chilon, E. (1997). *Fertilidad del suelo y nutrición de plantas*. Editorial CITAD. Facultad de Agronomía, UMSA. Imprenta Nuevos Tiempos. La Paz, Bolivia. pp.:33-38.
- Choque, D. (2001). *Manejo de Praderas, Separata*. Facultad de Ciencias Agrarias, UNA. Puno, Perú. 143-145 p.
- Cuchman, A., y Riquelme, E. (1993). *Cultivo de hortalizas*. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa. Honduras. 67 p.
- Delgadillo, J. (2000). *Seminario Pastizales Andinos*. Cochabamba, Bolivia. p 43-46.
- Edward, F. (2001). *La familia de Cactus*. (Timber Press) ISBN 0-88192-498-9, New York Botanical Garden, pp. 255-286.
- Estrada, P. (2007). *Guía para la elaboración de Biol*. Proyecto agricultura urbana Oruro. 26 p.
- Fernández, P. (2006). *Análisis de la Infiltración y su aplicación para diseño en el valle inferior del Rio Colorado*. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 29 p.
- Flores, A. (2005). *Manual de pastos y forrajes altoandino*. Fondo del libro, banco agrario del Perú, Lima. 7p
- Flores, A., y F. Bryant. (1989). *Manual de pastos y forrajes*. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA, Universidad de California, Davis, Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores, Texas University; Lima-Perú, pp 97-101.
- Flores, A., Y E. Malpartida. (1987). *Manejo de praderas Nativas y Pasturas en la Región Alto Andina del Perú*, Banco Agrario, fondo del libro. Lima – Perú. 300 pp.

- Flores, A., Y E. Malpartida. (1992). *Manual de forrajes para zonas áridas y semiáridas andinas*. Universidad de California, Davis – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Agroindustrial (INIAA). Lima, Perú. pp. 80-89.
- Foster, A. (1990). *Métodos Aprobados en Conservación de Suelos*. Editorial TRILLAS. México. 289 – 309 pp.
- Friedmann, B., Pauli, H., Gottfried, M., & Grabherr, G. (2011). *Suitability of methods for recording species numbers and cover in alpine long-term vegetation monitoring*. *Phytocoenologia* 41: pp 143–149.
- Fuentes, J. (1998). *Técnicas de riego*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi Prensa. Impr. España. 44p.
- Giordana, R., Piedra, G., León, R. (2013). *Absorción de nutrientes a través de la hoja*. Nutrient uptake by leaf. UNICIENCIA Vol. 27, N° 1. 232, 234, 237, 240 p.
- Gomero, O. (1999). *Manejo ecológico de suelos, conceptos y técnicas*. Ed. Grafica Esteffan. Lima, Perú. 189 – 201 p.
- Gonzáles, G. (1995). *Métodos estadísticos y principios de diseño experimental*. Segunda Edición. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 371 p.
- Goytia, R. (2007). *Introducción de diez líneas y/o variedades de cebada (hordeum vulgare L), para la producción de forraje y grano en dos comunidades de la provincia bolívar de Cochabamba*. Cochabamba, Bolivia. 20 p.
- Gutiérrez, E., y Vera, R. (2009). *Manual de Producción de Rumiantes en el Altiplano*. La Paz, Bolivia pp. 192 – 207.
- Halloy, S., Ibáñez, M., & Yager, K. (2011). *Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad*. *Ecología en Bolivia* 46: pp 46–56.

- Huss, L., Bernardon, L., y Brum, J. (1996). *Principios de manejo de praderas naturales*, Instituto nacional de tecnología agropecuaria. INTA- Argentina 2da edición Oficina regional de la FAO para la América Latina y el caribe. Santiago de Chile. 123-270 p.
- Instituto Nacional De Investigación Agraria (INIA). (2008). *Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Producción y usos del Biol.* Folleto. Lima, Perú. 4 p. Consultado el: 21 de febrero 2016. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/genética/insitu/Biol.pdf> 4p.
- Kurmi, A. (1995). *Estudio de Suelo-Vegetación comunidades: Cajani, Toloma, Ojtaya, apoyo al desarrollo sostenible interandino*. La Paz- Bolivia. pp. 39-40.
- Lafuente, J. (2007). *Evaluación del potencial forrajero del pastizal natural en condiciones de clausura en tres zonas del Altiplano Norte de La Paz*. Tesis de grado Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La paz- Bolivia. pp. 60-80.
- Lara, R. (1996). *Estudio sistemático descriptivo de las praderas nativas del Altiplano, Contribución Nro. 1. Contribuciones al conocimiento de la vegetación de las tierras altas de Bolivia*, MACA, INFOL. Estudios especializados EE.32. La Paz, Bolivia. 161p.
- Le Barón, E. (1979). *Generalidades del Altiplano Boliviano: Caracterización de campos nativos de pastoreo*. IBTA 168 / Boletín Técnico 36/SR convenio MACA USAID, CRSP. La Paz, Bolivia, pp: 2
- Mamani, F., y Céspedes, R. (2012). *Revista en imágenes. Estación Experimental Choquenaira*. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz, Bolivia. 32 p.
- Mariscal, I. (1992). *Conservación de suelos y del agua, Secretaria de Agricultura y Ganadería*. México. 86 – 95 pp.

- Martí, J. (2008). *Biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y altiplano*. Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares, GTZ PROAGRO. Bolivia. 15, 31, 32 p.
- Martí, J. (2013). *Desarrollo, difusión e implementación de tecnologías apropiadas en el área rural: Biodigestores en Bolivia*. Lecciones aprendidas de Proyecto En Dew – Bolivia 2007 – 2012. La Paz, Bolivia. 20, 74 p.
- Matteucci, S., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación, Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos*. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, Estados Unidos de Norte América. p. 163
- Medina, E. (1992). *Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos*. Editorial Mauro. Lima, Perú. 90 p.
- Meneses, R., y Barrientos, E. (2003). *Producción de Forrajes y Leguminosas en el Altiplano Boliviano*. Cochabamba –Bolivia 526 p.
- Mercado, M., Arrazola, S., Gutiérrez, F., Ramírez, K., Gonzales, J., Atahuachi, M., Vargas, N., Burgos, J., Ovando, K., Campos, H., y Acha, N. (2013). *Guía Ilustrada de Especies Forrajeras Nativas de la Zona Andina en Bolivia*. Proyecto Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Recursos Genéticos Forrajeros de la Zona Andina de Bolivia. UMSS, FCAPFyV, FCyT, CIF, CISTEL, BASFOR, CBG, CIUF-CUD. Cochabamba, Bolivia. 192 p.
- Michel, L. (1987). *Importancia de un herbario para el estudio de pastizales, Herbario nacional de Bolivia, instituto de ecología, UMSA*. Primera reunión nacional en praderas nativas de Oruro-Bolivia. 2 p.
- Morales, B. (1988). *Manual de Ecología. Edición Instituto Ecología U.M.S.A*. Impreso en Artes Gráficas Latino. La Paz - Bolivia. Pp. 73 -94, 102.

- Morales, B. (1990). *Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada, Instituto de Ecología de la U.M.S.A.* Liga de Defensa del Medio Ambiente. La Paz, Bolivia. 44p.
- Novara, J., & Urtubey, E. (2012). *Asteraceae Dumort. Subfam Lactucoideae. Aportes botánicos de salta – Ser. Flora Herbario MCNS.* Facultad De Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta. Volumen 8. Buenos Aires - Salta - República Argentina. pp 27-28.
- Ochoa, T. (2007). *Diseños Experimentales.* Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia.
- Orsag, V. (2010). *El recurso suelo principios para su manejo y conservación.* 1ra edición pp.204-223.
- Oscanoa, L. (1988). *Diagnóstico de los recursos naturales y capacidad de carga de los pastizales en el sector Calacocha y el Fundo Munaypata.* Informe técnico N°1, proyecto Alpacas. Puno, Perú. 26 p.
- Paladines, O. (1992). *Metodología de pastizales para trabajar en fincas y proyectos de desarrollo agropecuario.* Quito, Ecuador. pp. 132-159.
- Palma, R. (1989). *Como hacer un herbario.* Guía para coleccionar plantas. Centro de medicina andina Santa Mónica. Cusco, Perú. pp. 2-9.
- Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K. & Grabherr, G., coordinadores y editores (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5ª edición.* GLORIA- Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España.
- Paye, F. (2006). *Evaluación agronómica y comparación de rendimiento en seis especies forrajeras plurianuales, bajo condiciones de secano, en Letanías,*

- provincia Ingavi*. Tesis Lic. Ing. Agro. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. P220, 221.
- Pérez, V. (2009). *Praderas Nativas, Manejo y Recuperación, serie: ganadería altoandina*. La Paz, Bolivia. pp.80.
- Quisbert, T. (2002). *Mapeo y Evaluación de Praderas Nativas, Utilizando un sistema de Información Geográfico en la primera Sección, Provincia Gualberto Villarroel*, Tesis Ing. Agr, Universidad Mayor de San Andrés, Resumen, La Paz –Bolivia. 10 p.
- Quispe, R. (2003). *Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en Cañahua*. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia. 24 – 61 p.
- Restrepo, J. (2007). *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Manual práctico ABC de la agricultura orgánica y panes de piedra*. Primera ed. Cali, Colombia. 15 – 16, 57, 59 p.
- Restrepo, R. (2001). *Manual Práctico. El ABC de la agricultura orgánica*. Printex Managua – Nicaragua. 98 – 100 pp.
- Revista En Imágenes De La Estación Experimental Choquenaira, (2011). Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. Choquenaira, La Paz – Bolivia.
- Rojas, P. (1997). *Nuevas especies y Nuevas Combinaciones Para la Tribu Stipeae (Poaceae) en Bolivia*. Gayana Bot. 54(2). Pp 163-182.
- Romheld, V., y El – Fouly, M. (1999). *Aplicación foliar de nutrientes: retos y límites en la producción agrícola*. Informaciones agronómicas N° 48. 10 – 13 pp.
- Russell, G., Retief, E., & Pienar, M. (1997). *Lista de especies de plantas del sur de África*. Memorias de la encuesta botánica de Sudáfrica, 270 pg.

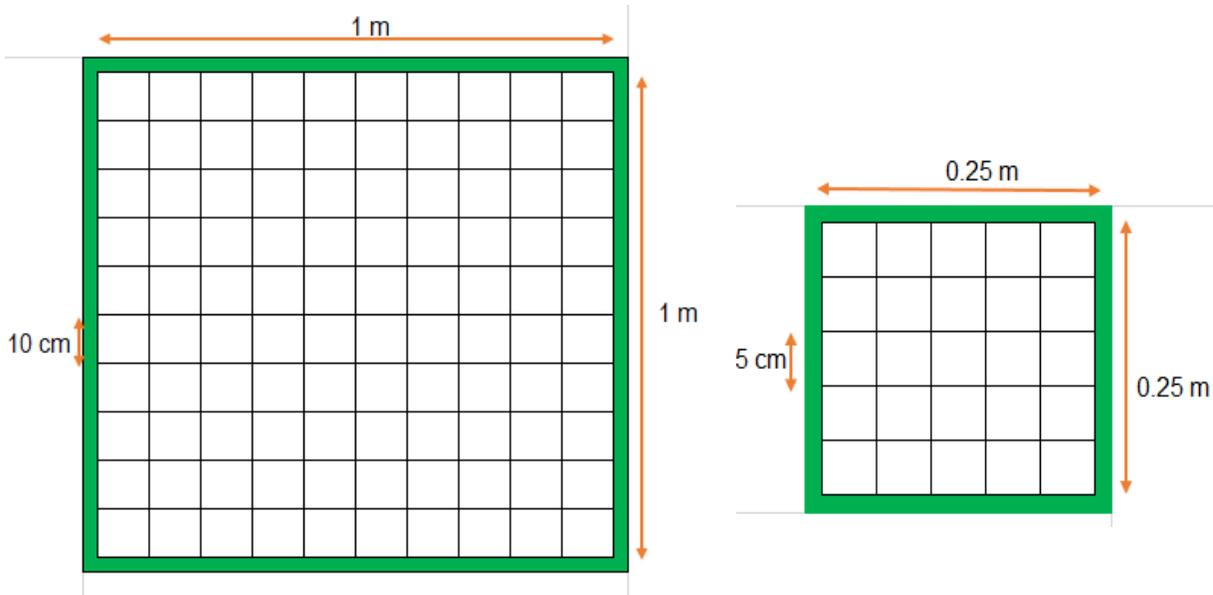
- Rzedowski, G., & Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del valle de México*. 2da ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Michoacán – Mexico, pp 8.
- Sánchez, C. (2003). *Abonos orgánicos*. Lombricultura. Bolivia: Ripalme. 25, 45, 58, 59, 61 y 62 p.
- Schlaflí, F. (2010). *Tratamiento de residuos orgánicos del comedor universitario de la UNALM en un biodigestor semicontinuo para la producción de biogás y biol.* Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Perú. 23, 26, 30 p.
- Slanis, A., & Grau, A. (2001). *El género Hypseocharis (Oxalidaceae) en la Argentina*. Darwiniana: Instituto de Botánica Darwinion Buenos Aires, Argentina. pp. 342-352.
- SMART., (Fertilizer Management), (2014). *Fertilización de precisión*. Folleto, 6p. Consultado el: 2 de febrero 2019. Disponible en: <http://www.smart-fertilizer.com>
- Suquilanda, M. (1996). *Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro*. Quito. 654 p.
- Tapia, M. (1988). *La vegetación forrajera en las praderas nativas del altiplano*. Programa andes altos, IICA.
- Tapia, M., y Flores, J. (1984). *Pastoreo y pastizales de los Andes del Sur del Perú*. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Editorial Servicios Editoriales Adolfo Arteta. Lima – Perú. 302 p.
- Tichit, M. (1991). *Los camélidos en Bolivia*. Fundación para Alternativa de Desarrollo (FADES). Editores CESYM. Bolivia. 154 p.
- Trinidad, A., y Aguilar, D. (2000). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. Terra, 17, 247-255.

- UNEP. (1984). *General Assessment of Progress in the Implementation of the Plan of Action to Combat Desertification*. Mimeo Governing Council 12° Session. Nairobi, Kenya.
- Valdivia, J. (1993). Memoria “*Curso para la elaboración del diagnóstico de Recursos Forrajeros Naturales*”, SEMTA. La Paz, Bolivia. 70p.
- Villaseñor, R., y Espinosa, G. (1998). *Catálogo de malezas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. pp 20.
- Vinicio, F. (2002). *Fertilización foliar: Principios y aplicaciones*. Laboratorio de suelos y foliares. Universidad de Costa Rica. Centro de investigaciones Agronómicas. Memoria, 145p.
- Yahuita, L. (2013). *Comportamiento de la cebadilla (Bromus catharticus) con la incorporación de estiércol tratado de llama en la provincia Ingavi, municipio Viacha, comunidad Charahuayto*. Tesis de grado Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La paz-Bolivia.
- Zaragoza, E., Esparza, J., Hernández, A., Pérez, J., Herrera, H., Osnaya, J., Gallardo, F., Martínez, P., Gonzales, P., Muñoz, S., y Quero, A. (2009). *Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovillo*. (En línea). Técnica Pecuaria en México 47(2):173-188. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/>
- Zarate, S. (1997). *Recuperación de Praderas Nativas*. Provincia Pacajes, Departamento de La Paz, Bolivia. En publicación de SEMTA. Ediciones gráficas “La Primera”. La Paz, Bolivia. 17p.

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Materiales necesarios para la toma de datos en los métodos utilizados para la presente investigación:**

**“Método del cuadrante”:** Cuadrantes de  $1\text{m}^2$  y  $0.25\text{m}^2$



**Izquierda:** Esquema del marco de hierro de  $1\text{m}^2$  ( $1\text{m} \times 1\text{m}$  de longitud interior) con malla, subdividido en celdillas de  $10 \times 10\text{ cm}$ ., donde se calculó el % de Frecuencia y Densidad de Vegetación.

**Derecha:** Esquema de un marco de  $0.25\text{m}^2$  ( $0.25\text{m} \times 0.25\text{m}$  de longitud interior), subdividido en celdillas de  $5 \times 5\text{ cm}$ ., donde se calculó el % de Cobertura Vegetal.

**“Método intercepción en línea de puntos”:** Puntero con 2 agujas



Puntero con dos agujas para el muestreo simultáneo de dos puntos separados  $50\text{ cm}$  entre sí, para calcular la cobertura vegetal por especies.

**Anexo 2. Calendario de la aplicación de biol, cantidad de biol y solución diluida aplicado por tratamientos.**

Nro. de aplicaciones	Fechas	TRATAMIENTOS							
		T0 (0% Biol)		T1 (20% Biol)		T2 (40% Biol)		T3 (60% Biol)	
		Biol (l)	Agua (l)	Biol (l)	Agua (l)	Biol (l)	Agua (l)	Biol (l)	Agua (l)
1	09 de enero	0	4	1	3	2	2	3	1
2	16 de enero	0	4	1	3	2	2	3	1
3	23 de enero	0	4	1	3	2	2	3	1
4	30 de enero	0	4	1	3	2	2	3	1
5	06 de febrero	0	4	1	3	2	2	3	1
6	13 de febrero	0	4	1	3	2	2	3	1
7	20 de febrero	0	4	1	3	2	2	3	1
8	27 de febrero	0	4	1	3	2	2	3	1
9	06 de marzo	0	4	1	3	2	2	3	1
10	13 de marzo	0	4	1	3	2	2	3	1
11	20 de marzo	0	4	1	3	2	2	3	1
12	27 de marzo	0	4	1	3	2	2	3	1
13	03 de abril	0	4	1	3	2	2	3	1
14	10 de abril	0	4	1	3	2	2	3	1
15	17 de abril	0	4	1	3	2	2	3	1
16	24 de abril	0	4	1	3	2	2	3	1
17	01 de mayo	0	4	1	3	2	2	3	1
18	08 de mayo	0	4	1	3	2	2	3	1
<b>Total litros/66,96 m<sup>2</sup></b>		0	72	18	54	36	36	54	18
<b>Total litros/ha</b>		0	10752,7	2688,2	8064,5	5376,3	5376,3	8064,5	2688,2
<b>Total m<sup>3</sup>/ha</b>		0	10,8	2,68	8,06	5,37	5,37	8,06	2,68

L = litros    ha = hectárea    m<sup>2</sup> = metro cuadrado    m<sup>3</sup> = metro cúbico

**Fuente:** Elaboración propia.

### Anexo 3. Análisis de las características del biol – bovino



**IBTEN**

**MINISTERIO DE ENERGÍAS**

  
INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

---

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONOS

INTERESADO : *PROYECTO VALIDACION DEL FORRAJE*
Nº SOLICITUD: *119 / 2017*

PROCEDENCIA : *Departamento LA PAZ,*
FECHA DE RECEPCION : *28 / Junio / 2017*

*Provincia INGAVI*
FECHA DE ENTREGA : *26 / Julio / 2017*

*ESTACION EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA*

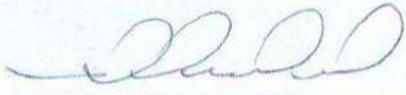
**PROYECTO VALIDACION DEL FORRAJE ESPINA DE MAR Y MARALFALFA**

PRODUCTO : *MUESTRA DE BIOL; CHOQUENAIRA*

Nº Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
360-01 /2017	Nitrógeno	0,049	% N	Kjeldahl
360-02 /2017	Fósforo	0,020	% P	Espectrofotometría UV-Visible
360-03 /2017	Potasio	0,161	% K	Emisión atómica
360-04 /2017	Carbono orgánico	0,204	%	Walkley Black
360-05 /2017	Calcio	0,017	% Ca	Absorción Atómica
360-06 /2017	Magnesio	0,009	% Mg	Absorción Atómica
360-07 /2017	Sodio	0,025	% Na	Emisión atómica
360-08 /2017	Hierro	5,62	ppm Fe	Absorción Atómica
360-09 /2017	Manganeso	1,19	ppm Mn	Absorción Atómica
360-10 /2017	Zinc	1,42	ppm Zn	Absorción Atómica
360-11 /2017	Cobre	0,61	ppm Cu	Absorción Atómica
360-12 /2017	pH	8,85	-	Potenciometría
360-13 /2017	Coductividad eléctrica	7,75	mS / cm	Potenciometría

OBSERVACIONES.- *Resultados en base húmeda.*




---

**RESPONSABLE DE LABORATORIO**  
JORGE CHUNGARA C.

Of. Av. 6 de Agosto 2905 , Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433063 , La Paz - Bolivia Casilla 4821 , Telf -2800095 CIN-Viacha , E-mail: ibten@entelnet.bo \* Página Web: www.ibten.gob.bo

**Fuente:** Mita, K. 2018. Adaptabilidad del forraje maralfalfa (*pennisetum* sp.) bajo riego por aspersión e incorporación de biol bovino en la estación experimental Choquenaira – Viacha. Tesis de grado, facultad de Agronomía, La Paz-Bolivia. pág. 84; Proyecto validación del forraje espina de mar y mar alfa alfa.

**Anexo 4. Fichas de cada una de las especies vegetales pertenecientes a la pradera nativa en condición de ladera en estudio.**

<b>Cebollin, chulkus</b>		<b><i>Nothoscordum andicola</i> Kunth</b>	<b>1</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierba perenne, bulbosa, de 15 a 25 cm, bulbos cónicos de 2-3 * 1-1.6 cm, raíces fibrosas. Hojas lineares, lanceoladas. Inflorescencia cimosa. Flores blancas, con 5 pétalos soldados. Fruto: capsula loculicida. Florece en la época húmeda.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> 3400 a 4000 msnm, aparece en época de lluvias, en suelos arenosos de planicies o laderas de cerros, en pajonales y matorrales de la puna húmeda.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Forrajera para el ganado ovino y vacuno, poco apetecible. Utilizada para fines medicinales y alimenticios.	
	<b>Clase:</b> Liliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Liliidae		
	<b>Orden:</b> Asparagales		
	<b>Familia:</b> Amaryllidaceae		
<b>Género:</b> Nothoscordum			
<b>Especie:</b> N. andicola Kunth			
<b><i>Hypochaeris elata</i> (Wedd.) Griseb.</b>		<b>2</b>	
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierbas anuales o perennes con látex, con hojas arrosetadas, enteras, dentadas o partidas, con corolas amarillas, anaranjadas o blancas, llega a crecer hasta 70 cm de altura, tallo simple o poco ramificado desde la base, flores con lígulas amarillas, levemente exsertas o no. Palea 18-22 mm. Frutos fusiformes, arqueados, de 9-13 mm de longitud.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> Desde Perú, Bolivia, y hasta las sierras de Córdoba y San Luis (Argentina). Frecuente en pastizales de laderas.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta		
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Asteridae		
	<b>Orden:</b> Asterales		
	<b>Familia:</b> Asteraceae		
<b>Género:</b> Hypochaeris			
<b>Especie:</b> H. elata (Wedd.) Griseb.			
<b><i>Heterosperma tenuisectum</i> (Griseb.) Cabrera</b>		<b>3</b>	
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción botánica:</b> Hierba anual de 10-30 cm de alto; con tallos ascendentes o erectos, ramosos, costados. Hojas opuestas, pecioladas, de contorno ovado, de 20-40 mm de largo, profundamente pinatisectas o bipinatisectas. Flores marginales 5-8, pistiladas, corola ligulada, tridentada en el ápice, lígula ancha, de 2 mm de largo; Aquenios marginales obovoides, glabros, estrechamente alados, de 4-5 mm de largo; los del centro oblanceolado-lineales,	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> Se distribuye en Perú, Bolivia y el noroeste de la Argentina. Crece en montañas hasta los 3000 m s.m.; es frecuente en la Puna.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta		
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Asteridae		
	<b>Orden:</b> Asterales		
	<b>Familia:</b> Asteraceae		
<b>Género:</b> Heterosperma			
<b>Especie:</b> H. tenuisectum (Griseb.) Cabrera			

<b>Hieracium sp.</b>		<b>4</b>
	<p><b>Taxonomía:</b>  <b>Reino:</b> Plantae  <b>División:</b> Magnoliophyta  <b>Clase:</b> Magnoliopsida  <b>Sub-Clase:</b> Asteridae  <b>Orden:</b> Asterales  <b>Familia:</b> Asteraceae  <b>Género:</b> Hieracium sp.</p>	<p><b>Descripción:</b> Hierbas perennes con savia lechosa; tallos erectos, con tricomas glandulares largos. Hojas basales o caulinares, elíptico-lanceoladas, u oblongas, enteras o dentadas. Capitulescencias cimosas; capítulos ligulados; flóculos perfectos, corolas 5-dentadas, amarillas, a veces blancas, anaranjadas o rojas; aquenios columnares adelgazados en la base, en general atenuados hacia el ápice, casi siempre 10-acostillados, café-rojizos a negros.</p> <p><b>Hábitat:</b> Habita en pastos y entre rocas</p>
<b>Ñack'a Huara, t'hola</b>		<b>5</b>
<b><i>Bacharis incarum (Wedd.) Cuatrec.</i></b>		
	<p><b>Taxonomía:</b>  <b>Reino:</b> Plantae  <b>División:</b> Magnoliophyta  <b>Clase:</b> Magnoliopsida  <b>Sub-Clase:</b> Asteridae  <b>Orden:</b> Asterales  <b>Familia:</b> Asteraceae  <b>Género:</b> Bacharis  <b>Especie:</b> B. incarum (Wedd.) Cuatrec.</p>	<p><b>Descripción:</b> Arbusto perennifolio dioico, de hasta 1 cm de alto, densamente ramificado desde la base; con hojas y tallos fuertemente resinosos. Hojas alternas, enteras o con uno o dos dientes en la parte apical. Flores unisexuales, capítulos numerosos, solitarias en el extremo de las ramitas, de 4 mm de diámetro. Frutos aquenios provistos de papus blanquecino. Florece de agosto a noviembre y con fructificación durante octubre a marzo.</p> <p><b>Hábitat:</b> 3300 a 4500 msnm, en suelos pedregosos, rocosos y arenosos; secos a medianamente húmedos.</p> <p><b>Usos:</b> Forrajera para ganado ovino y camélido. Buena calidad de leña y medicinal.</p>
<b>Huacataya</b>		<b>6</b>
<b><i>Tagetes minuta L.</i></b>		
	<p><b>Taxonomía:</b>  <b>Reino:</b> Plantae  <b>División:</b> Magnoliophyta  <b>Clase:</b> Magnoliopsida  <b>Sub-Clase:</b> Asteridae  <b>Orden:</b> Asterales  <b>Familia:</b> Asteraceae  <b>Género:</b> Tagetes  <b>Especie:</b> T. minuta L.</p>	<p><b>Descripción:</b> Planta anual, de 0.3 a 1.3 m de altura, con olor penetrante característico. Hojas inferiores opuestas, las superiores alternas, de más o menos 10 cm de largo, pinnatisectas, con 4 a 8 pares de segmentos oblongos o lineal. Flores en inflorescencia de tipo capitulo o cabezuela. Fruto: capsula. Florece durante toda la época de verano.</p> <p><b>Hábitat:</b> 2500 a 3400 msnm, en sitios perturbados, orillas de parcelas, bordes de caminos y pastizales.</p> <p><b>Usos:</b> Forrajera. Hierva aromática para condimento; medicinal, industrial por los aceites que contiene.</p>

<b><i>Facelis retusa (Lam.) Sch. Bip.</i></b>		7
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Asteridae</p> <p><b>Orden:</b> Asterales</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae</p> <p><b>Género:</b> Facelis</p> <p><b>Especie:</b> <i>F. retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.</p>	<p><b>Descripción:</b> hierba anual con tallos de hasta 30 cm (1 pie) de largo, muy seguido a lo largo de la superficie del suelo. Las hojas están abarrotadas a lo largo del tallo, Las cabezas de las flores están agrupadas, con flores de discos blancas o moradas, pero sin flores de rayos. El aquenio tiene varias cerdas largas y plumosas que le dan un aspecto blanco y aseguran una efectiva dispersión de semillas.</p> <p><b>Hábitat:</b> Es nativo de Brasil ,Bolivia , Paraguay , Uruguay , norte de Argentina, se consideró como una hierba nociva en algunos de esos lugares, crece al costado de las rocas y otras hierbas.</p>
<b><i>Senecio vulgaris L.</i></b>		8
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Asteridae</p> <p><b>Orden:</b> Asterales</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae</p> <p><b>Género:</b> Senecio</p> <p><b>Especie:</b> <i>Senecio vulgaris</i> L.</p>	<p><b>Descripción:</b> Planta herbácea anual o bianual, erecta, alcanza un tamaño de 6 a 40 (45) cm de alto, de hojas alternas, las basales casi en roseta, las inferiores sésiles o subpeciadas, presenta una inflorescencia en forma de corimbos terminales, flocoso-pubescentes en la base de los pedicelos y de las hojas superiores.</p> <p><b>Hábitad :</b> Ruderal y arvense, crece en terrenos baldíos, bordes de caminos y cerranías.</p>
<b><i>Viguiera dentata (Cav.) Spreng.</i></b>		9
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Asteridae</p> <p><b>Orden:</b> Asterales</p> <p><b>Familia:</b> Asteraceae</p> <p><b>Género:</b> Viguiera</p> <p><b>Especie:</b> <i>V. dentata</i> (Cav.) Spreng</p>	<p><b>Descripción:</b> Planta herbácea perenne, erecta, De hasta 2.5 m de alto, su tallo glabro a piloso o hispido, de hojas opuestas o alternas en la parte superior, sobre peciolas de 0.5 a 5.5 cm de largo, limbos generalmente ovados, flores liguladas 10 a 13, elípticas u oblongas, amarillas, de 7 a 15 mm de largo; flores del disco más de 50, sus corolas amarillas, de 3 a 4 mm de largo.</p> <p><b>Hábitat:</b> Ruderal y matorrales</p>

<b>Muni muni</b>		<b><i>Bidens andicola</i> Kunth</b>	<b>10</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Planta perenne, sufrutice de 10-35 cm de altura. Tallos postrados en la base, erguidos en la parte apical. Hojas lanceoladas, enteras o dentadas hasta bipinnatisectas. Inflorescencias en capítulos individuales. Flores periféricas con lígula de color amarillo intenso; fruto aquenio. Florece durante diciembre a mayo.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> 2600 a 4000 msnm. En laderas y lomas secas con escasa vegetación en puna húmeda, puna seca, yungas y valles secos.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Forrajera para ganado vacuno, ovino y camélido. También se la reporta como medicinal.	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Asteridae		
	<b>Orden:</b> Asterales		
	<b>Familia:</b> Asteraceae		
<b>Género:</b> Bidens			
<b>Especie:</b> <i>B. andicola</i> Kunth			
<b><i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.</b>		<b>11</b>	
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierba de 20 cm de alto. Tallos cubiertos con pelo blanco y corto. Hojas simples con peciolo decurrentes, abrazadores y lineales. Inflorescencia en capítulos terminales. Flores tubulares amarillas, las centrales blanquecinas, muy juntos. Fruto cipselas marrones amarillentas. Florece en la época húmeda.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> 1800 a 4200 msnm. En planicies, serranías, orillas de camino y carreteras.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Forrajera para ganado camélido y ovino. También se la reporta como medicinal y protección de suelos.	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Asteridae		
	<b>Orden:</b> Asterales		
	<b>Familia:</b> Asteraceae		
<b>Género:</b> Achyrocline			
<b>Especie:</b> <i>A. alata</i> (Kunth) DC.			
<b>Wira Wira</b>		<b><i>Gnaphalium dombeyanum</i> DC.</b>	<b>12</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierbas anuales o perennes, con tallos erectos. Hojas alternas, simples, enteras, sésiles, a veces decurrentes sobre el tallo. Capítulos diminutos dispuestos en cimas corimbiformes, flores amarillentas, blancas, Aquenios fusiformes, glabros o papilosos, con cortos pelos dobles.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> Praderas alpinas, bosques de pinus, abies y eucaliptus.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Se la reporta como medicinal, alivia la tos.	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Asteridae		
	<b>Orden:</b> Asterales		
	<b>Familia:</b> Asteraceae		
<b>Género:</b> Gnaphalium			
<b>Especie:</b> <i>G. dombeyanum</i> DC.			

<b>Diente de león</b>		<b><i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.</b>	<b>13</b>
	<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Asteridae <b>Orden:</b> Asterales <b>Familia:</b> Asteraceae <b>Género:</b> Taraxacum <b>Especie:</b> T. officinale F.H. Wigg.	<b>Descripción:</b> Planta con látex blanco. Perenne, de hasta 50 cm de altura, provista de una gruesa raíz de la que salen pocos tallos y muy cortos. De estos brotes surgen hojas que se disponen formando una roseta basal, Flores de color amarillo, dispuestas en capítulos solitarios. El fruto es un aquenio pardo o rojizo. Florece durante agosto a febrero.  <b>Hábitat:</b> 2400 a 3800 msnm, en campos de cultivo nitrificado o aquellos que previamente fueron usados como zonas de labor, principalmente en la puna húmeda.  <b>Usos:</b> Forrajera para ganado ovino, vacuno y camélido. Hay formas domesticadas por sus hojas, que se consumen como ensalada. También se la señala como medicinal.	
	<b>Sonchus oleraceus L.</b>		
	<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Asteridae <b>Orden:</b> Asterales <b>Familia:</b> Asteraceae <b>Género:</b> Sonchus <b>Especie:</b> S. oleraceus L.	<b>Descripción:</b> Hierba anual (a menudo persiste por más tiempo). Presenta exudado lechoso. Tallo cilíndrico, hueco, rojizo, erecto, hojas muy variables en forma y tamaño, por lo general profundamente pinnatisectas, con frecuencia con una base parecida a un peciolo alado, Flores en cabezuelas de color amarillo. Inflorescencias agrupadas formando corimbos. Fruto aquenio. Florece durante toda la época de verano.  <b>Hábitat:</b> 1000 a 3800 msnm, en puna húmeda.  <b>Usos:</b> Forrajera. Se la reporta como comestible, de uso industrial (por el látex que posee) y medicinal.	
	<b>Schkuhria pinnata (Lam.) Kuntze ex Thell.</b>		
	<b>Taxonomía:</b> <b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Asteridae <b>Orden:</b> Asterales <b>Familia:</b> Asteraceae <b>Género:</b> Schkuhria <b>Especie:</b> S. pinnata (Lam) Kuntze ex Thell.	<b>Descripción:</b> Planta anual, erecta, ramificada por encima de la base, de tallos de hasta 75 cm de alto, pero generalmente alrededor de 30 cm., de flores con cabezuelas con involucre turbinado, de 4 a 5 mm de alto, sus brácteas 4 ó 5, obovadas, frutos y semillas: aquenios tetraangulares, de 3 a 4 mm de largo y 0.7 a 1.0 mm de ancho.  <b>Hábitat:</b> 200-3.000 m s.n.m. hierba anual, nativa de América, el sur de EE.UU. y México hasta Argentina, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Chile: A-P, quebradas.  <b>Usos:</b> Se la reporta como medicinal.	

<b>Kanapacu</b>		<b><i>Sonchus asper</i> (L.) Hill</b>	<b>16</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierba anual o perenne erecta de tamaño de hasta de 1.5 m de alto de tallos más o menos ramoso, sin pelos, hueco. Sus hojas superiores lanceoladas u ovadas, abrazadoras en la base con aurículas redondeadas; su inflorescencia en forma de cabezuelas en conjuntos casi como umbelas, terminales; una característica especial es que posee un látex blanco.	
	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Asteridae <b>Orden:</b> Asterales <b>Familia:</b> Asteraceae <b>Género:</b> Sonchus <b>Especie:</b> <i>S. asper</i> (L.) Hill	<b>Hábitat:</b> 3000 a 4000 msnm. <b>Usos:</b> Forrajera. También se la reporta como medicinal.	
<b>Janukara</b>		<b><i>Lepidium didymum</i> L.</b>	<b>17</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierba anual o bianual, postrada, hasta de unos 50 cm de diámetro. Hojas alternas, pinnatisectas, de hasta 4cm de largo y hasta 2 cm de ancho, Flores pequeñas de menos de 1mm de largo, blancas, agrupadas en racimos axilares, Fruto: una silicua bipartida, las partes casi esféricas, de superficie rugosa, contienen a una semilla reniforme de color amarillenta a café naranja. Florece durante enero a febrero y de junio a septiembre.	
	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Dilleniidae <b>Orden:</b> Capparales <b>Familia:</b> Brassicaceae <b>Género:</b> Lepidium <b>Especie:</b> <i>L. didymum</i> L.	<b>Hábitat:</b> 600 a 4000 msnm. Crece en lugares nitrificados, áreas de cultivo y bordes de camino. <b>Usos:</b> Las hojas son comestibles (con sabor a berro). Se reporta propiedades medicinales.	
<b>Bolsa de pastor</b>		<b><i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.</b>	<b>18</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Planta herbaceae con tallos de hasta 70 cm, erectos, con pelos simples y estrellados. Hojas basales persistentes, arrosetadas, pecioladas, de forma oblonga-lanceoladas, enteras, denticuladas, pinnatifidas; hojas caulinares sésiles. Flores en racimos terminales, en corimbo. Flores con pétalos blancos de 2 a 3 mm, mayores que los sépalos, que son de color verde. Fruto en silicua, con forma de triángulo invertido. Florece en verano.	
	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Dilleniidae <b>Orden:</b> Caparales <b>Familia:</b> Brassicaceae <b>Género:</b> Capsella <b>Especie:</b> <i>C. bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	<b>Hábitat:</b> 1600 a 3800 msnm, crece en terrenos removidos, terrenos de cultivo, bordes de camino. <b>Usos:</b> Forrajera consumida por el ganado en general. Medicinal y comestible en estado tierno.	

<b><i>Echinopsis crassicaulis</i> (R. Kiesling H. Friedrich &amp; Glaetzle)</b>			<b>19</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Es un género grande de los cactus nativos de Sur América, conocido a veces como el cactus del erizo, plantas de forma primero globular y luego cilíndrica, con costillas espinosas. Algunas viven al reparo de las hierbas del desierto, otras sobre las montañas, a gran altitud. A menudo emiten hijuelos. Flores muy grandes, a veces perfumadas pero poco duraderas, poseedoras de un largo pedúnculo.	
	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Caryophyllidae <b>Orden:</b> Caryophyllales <b>Familia:</b> Cactaceae <b>Género:</b> Echinopsis <b>Especie:</b> <i>E. crassicaulis</i> (R. Kiesling H. Friedrich & Glaetzle)	<b>Hábitat:</b> Bolivia, Argentina, Uruguay, Paraguay. Crecen solo en suelos arenosos o con grava, y en laderas de cerros en las grietas entre las rocas.	
<b><i>Opuntia boliviana</i> (Salm-Dick) F. Ritter</b>			<b>20</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> es un cactus formador de cojines densamente armado con espinas dorsales de color dorado. Tiene una raíz napiforme gruesa. Areolas: alrededor de 15, Espinas: 1 a 10 (o más), sólo en las areolas más altas cerca de las puntas de los segmentos, erectas. Flores: Amarillo (raramente naranja, rosado o rojo), a 4-5,5 cm de largo, 5-6 cm de diámetro; pericarpelos erizados arriba.	
	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Caryophyllidae <b>Orden:</b> Caryophyllales <b>Familia:</b> Cactaceae <b>Género:</b> Opuntia <b>Especie:</b> <i>O. boliviana</i> (Salm Dick) F. Ritter	<b>Hábitat:</b> Laderas y llanos arenosos de la ecorregión altiplánica, generalmente por sobre los 3.600 m hasta 4800 m de elevación.	
<b><i>Paronychia polygonifolia</i> (Vill.) DC.</b>			<b>21</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Planta perenne, con una raíz axonomorfa leñosa, del a que surgen tallos de hasta 25 cm, prostrados, ramificados, agrupados, con las ramas divaricadas. Las hojas son opuestas, de 3 - 9 x 1 - 2 mm, dispuestas a menudo en fascículos. Las flores, pentámeras y actinomorfas, se reúnen en inflorescencias de tipo glomérulo, de hasta 7 mm, dispuestos en los lados del tallo.	
	<b>Reino:</b> Plantae <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Magnoliopsida <b>Sub-Clase:</b> Caryophyllidae <b>Orden:</b> Caryophyllales <b>Familia:</b> Caryophyllaceae <b>Género:</b> Paronychia <b>Especie:</b> <i>P. polygonifolia</i> (Vill.) DC.	<b>Hábitat:</b> Crece en zonas pedregosas sobre sustratos ácidos, desde los 1100 a los 3300 m de altitud. Aparece en zonas de montaña.	

***Dichondra microcalix (Hallier f.) Fabris***

22



**Taxonomía:**  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Magnoliopsida  
**Sub-Clase:** Asteridae  
**Orden:** Solanales  
**Familia:** Convolvulaceae  
**Género:** Dichondra  
**Especie:** *D. microcalix*  
 (Hallier f.) Fabris

**Descripción:** Planta perenne, postrada, de 5 a 10 cm de alto. Hojas orbiculares y reniformes, pecioladas, de un color verde brillante, Flores solitarias, axilares, diminutas, largamente pedunculadas, corola blanquecina hasta amarillo verdoso. Fruto: capsula. Florece durante agosto y septiembre.

**Hábitat:** 2500 a 3700 msnm. Sobre suelos húmedos, pobres o con abundante materia orgánica, aunque se la encuentra con mayor frecuencia en lugares con sombra, en la puna húmeda y valles secos.

**Usos:** Forrajera en general.

**Trébol de oveja**

***Trifolium amabile Kunth***

23



**Taxonomía:**  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Magnoliopsida  
**Sub-Clase:** Rosidae  
**Orden:** Fabales  
**Familia:** Fabaceae  
**Género:** Trifolium  
**Especie:** *T. amabile*  
 Kunth

**Descripción:** Hierba de ramas tendidas en el suelo, cubiertas de finos pelillos, hojas alternas, compuestas de 3 folíolos anchamente obovados, inflorescencias globosas con 8 a 14 flores, sobre un pedúnculo más largo que las hojas, sin brácteas, flores de hasta 6 mm de largo, de color blanco-rosado o morado-blanquecina.

**Hábitat:** 2200 a 4000 msnm., en lugares permanentemente húmedos, hasta laderas secas de la puna seca y los valles secos.

**Usos:** Forrajera para ganado ovino, vacuno y camélido, muy seleccionada por los animales debido a su alta palatabilidad. También se la reporta como medicinal.

***Erodium cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton***

24



**Taxonomía:**  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Magnoliopsida  
**Sub-Clase:** Rosidae  
**Orden:** Geraniales  
**Familia:** Geraniaceae  
**Género:** Erodium  
**Especie:** *E. cicutarium*  
 (L.) L'Hér. ex Aiton

**Descripción:** Hierba anual, de crecimiento postrado, de hasta 10 cm, pilosa. Hojas pinnatipartidas, opuestas. Flores hermafroditas, de color rosado violáceo, pentámeras. Inflorescencia cimosa. Los frutos presentan carpelos con el ápice alargado "pico" y persiste en el fruto como dispositivo especial para diseminación. Florece durante noviembre a abril.

**Hábitat:** 3200 a 4100 msnm. Especie adventicia, se desarrolla en la puna húmeda y seca. La planta se desarrolla en cualquier estación del año, en diversos hábitats a plena luz.

**Usos:** Forrajera para ganado vacuno, ovino, equino y camélido. Se la reporta como medicinal y alimenticia.

<b>Tarasa tenella (Cav.) Krapov.</b>		<b>25</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierba anual de 5 a 40 cm de alto, arroseta-da, formando manchas. Toda la planta con pelos. Hojas tripartidas, los segmentos lobados. Flores sésiles, dispues-tas en número de tres en el ápice de las ramas. Fruto for-mado por 10 a 12 mericarpios. Florece durante septiembre a noviembre y de enero a abril.
	<b>Reino:</b> Plantae	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida	
	<b>Sub-Clase:</b> Dilleniidae	
	<b>Orden:</b> Malvales	<b>Hábitat:</b> 3900 a 4200 msnm como maleza en las parcelas de cultivos. En lugares fértiles, corrales y bordes de boste-ros de llamas, en la puna seca y puna húmeda.
	<b>Familia:</b> Malvaceae	
	<b>Género:</b> Tarasa	<b>Usos:</b> Forrajera en general. Se la reporta como medicinal.
<b>Especie:</b> T. tenella (Cav.) Krapov.		
<b>Malva sylvestris L.</b>		<b>26</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Hierba anual o perenne, con tallos erectos, que alcanzan los 150 cm de altura y ligeramente pilosos. Las hojas basales, de 5 - 10 cm, son cordiformes, con entre 3 y 7 lóbulos no muy marcados serradas. Las flores apare-cen en fascículos axilares de 2 - 8 flores, raramente solita-rias; miden 2 - 6 cm de diámetro y su pedúnculo es de lon-gitud variable.
	<b>Reino:</b> Plantae	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida	
	<b>Sub-Clase:</b> Dilleniidae	
	<b>Orden:</b> Malvales	<b>Hábitat:</b> Vive en bordes de caminos, cultivos abandonados, en zonas generalmente nitrificadas, en zonas iluminadas.
	<b>Familia:</b> Malvaceae	
	<b>Género:</b> Malva	<b>Usos:</b> Planta medicinal usada como antitusígenos, laxan-tes, trata enfermedades de irritación del estómago, gingivi-tis, estreñimiento, enfermedades inflamatorias entre otros.
<b>Especie:</b> M. sylvestris L.		
<b>Hypseocharis pimpinellifolia Remy.</b>		<b>27</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> : Raíz con una porción tuberosa de 5-40 cm long. Y 2-7 cm de diámetro.; hojas de 6-20 cm long., pinna-das, folíolos 15-21, alternos o sub opuestos, de 10-30 mm long., sésiles, elípticos, Pedúnculos escapiformes 1-4 flo-res. Corola de 2-4 cm de diám., roja, anaranjada o más raro blanquecina.
	<b>Reino:</b> Plantae	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida	
	<b>Sub-Clase:</b> Rosidae	
	<b>Orden:</b> Geraniales	<b>Hábitat:</b> Habita en regiones montañosas a alturas que osci-lan entre los 2000 y 4200 m.s.n.m y en cuencas de la re-gión de la Puna. Es una especie con notable plasticidad que aparece en suelos arenosos, arcillosos o muy pedregos-os.
	<b>Familia:</b> Oxalidaceae	
	<b>Género:</b> Hypseocharis	
<b>Especie:</b> H. pimpinellifolia Remy.		

<b><i>Oxalis sp.</i></b>		<b>28</b>
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Rosidae</p> <p><b>Orden:</b> Geraniales</p> <p><b>Familia:</b> Oxalidaceae</p> <p><b>Género:</b> Oxalis sp.</p>	<p><b>Descripción:</b> Son plantas herbáceas, anuales o perennes. Las hojas están divididas en tres a diez folíolos acorazonados, La mayoría de las especies tienen hojas trifoliadas similares a las de las leguminosas del género Trifolium, la flor tiene cinco sépalos y cinco pétalos, fusionados en la base, y diez estambres; el color de la corola puede ser blanco, rosa, rojo o amarillo. El fruto es una pequeña cápsula con muchas semillas. Algunas especies pueden lanzar las semillas maduras a cierta distancia. La raíz es frecuentemente tuberosa o bulbosa.</p> <p><b>Hábitat:</b> Común en lugares cultivados, orilla de caminos , áreas con disturbio y en laderas húmedas y semi secas.</p>
<b><i>Jarava sp.</i></b>		<b>29</b>
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Liliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Commelinidae</p> <p><b>Orden:</b> Cyperales</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae</p> <p><b>Género:</b> Jarava sp.</p>	<p><b>Descripción:</b> Plantas perennes, cespitosas con culmos de 60-130 cm de alto. Láminas involutas de 15-30 cm de largo, escabriusculas, punzantes. Panícula oblonga de 20-40 cm de largo, interrumpida, plateada. Fruto: cariósipide. Espigas en agosto, frutos en mayo y diciembre.</p> <p><b>Hábitat:</b> 1900 a 4300 msnm. , en etapas sucesionales tempranas de los bosques de Kewiña, frecuente en terrenos pedregosos o rocosos, en pajonales alto andino sobre suelos erosionados, pedregosos de la puna húmeda y los valles secos.</p> <p><b>Usos:</b> Forrajera en general para camélidos y ovinos.</p>
<b><i>Aristida antoniana Steud. ex. Doll</i></b>		<b>30</b>
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Liliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Commelinidae</p> <p><b>Orden:</b> Cyperales</p> <p><b>Familia:</b> Poaceae</p> <p><b>Género:</b> Aristida</p> <p><b>Especie:</b> A. antoniana Steud ex. Doll</p>	<p><b>Descripción:</b> Plantas perennes, cespitosas con culmos de 60-130 cm de alto. Láminas involutas de 15-30 cm de largo, escabriusculas, punzantes. Panícula oblonga de 20-40 cm de largo, interrumpida, plateada. Fruto: cariósipide. Espigas en agosto, frutos en mayo y diciembre.</p> <p><b>Hábitat:</b> 1900 a 4300 msnm. , en etapas sucesionales tempranas de los bosques de Kewiña, frecuente en terrenos pedregosos o rocosos, en pajonales alto andino sobre suelos erosionados, pedregosos de la puna húmeda y los valles secos.</p> <p><b>Usos:</b> Forrajera en general para camélidos y ovinos.</p>

<b>Chilliwa</b>		<b><i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl</b>	<b>31</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Plantas en matas densas, culmos de 35-120 cm, los de años anteriores que permanecen son duros y de color amarillo. Laminas involutas o acanaladas, surcadas en el haz. Panícula linear, de 10-25 cm de largo, con ramas cortas y adpresas. Espiguillas de 9-12 mm, con 4-7 flores. Fruto: cariopse. Espigas durante casi todo el año.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> 3600 a 4900 msnm. , dominante en planicies, hondonadas y laderas temporalmente húmedas de la puna húmeda.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Forrajera de buena calidad para todo tipo de ganado. Utilizada para la fabricación de escobas, payasas y molde de quesos.	
	<b>Clase:</b> Liliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Commelinidae		
	<b>Orden:</b> Cyperales		
	<b>Familia:</b> Poaceae		
<b>Género:</b> Festuca			
<b>Especie:</b> <i>F. dolichophylla</i> J.Presl			
<b><i>Nasella</i> sp.</b>		<b>32</b>	
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Plantas perennes, cespitosas, con cañas de 30-70 cm de alto, erectas o geniculadas. Hojas principalmente basales, laminas involutas de 5-14 cm de largo, escabriusculas. Panícula de 8-23 cm de largo, laxa, raramente ramificada. Antecio de 2-2.5 mm de largo, ramas largas, patentes, espiguillas laxas de 2 mm. Fruto cariósipide. Espigas en abril.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> 3600 a 4200 msnm, en matorrales de thola de la puna seca.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Forrajera en general.	
	<b>Clase:</b> Liliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Commelinidae		
	<b>Orden:</b> Cyperales		
	<b>Familia:</b> Poaceae		
<b>Género:</b> <i>Nasella</i> sp.			
<b><i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.</b>		<b>33</b>	
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> es una planta perenne, estolonífera y rizomatosa, de 30 o 40 cm de altura. Los estolones son ramificados y aplanados. La vaina de la hoja es de color amarillo pálido verdoso. Inflorescencia reducida a un grupo de 2-4 espiguillas, de 10-20 mm de largo, comprende dos flores, filamentos delgados de 50 mm de largo, con anteras 5-7 mm de largo.	
	<b>Reino:</b> Plantae	<b>Hábitat:</b> Común en potreros, orillas de caminos y los alrededores de poblaciones. Es prácticamente la única especie de céspedes en muchas regiones. No soporta la sombra.	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	<b>Usos:</b> Forrajera en general.	
	<b>Clase:</b> Liliopsida		
	<b>Sub-Clase:</b> Commelinidae		
	<b>Orden:</b> Cyperales		
	<b>Familia:</b> Poaceae		
<b>Género:</b> <i>Pennisetum</i>			
<b>Especie:</b> <i>P. clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.			

**Chondrosium simplex (Lag.) Kunth**

34



**Taxonomía:**  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Liliopsida  
**Sub-Clase:** Commelinidae  
**Orden:** Cyperales  
**Familia:** Poaceae  
**Género:** Chondrosium  
**Especie:** C. simplex (Lag.) Kunth

**Descripción:** Planta anual, culmos erectos o decumbentes de 2-3.5 cm de alto. Láminas de 1.5-6.0 cm de largo \* 1-2 mm de ancho, planas o enrolladas. Racimo solitario de 1 a 3.5 cm de largo, arqueado. Espiguillas de 2 flores. Glumas desiguales, de 2.5 a 5.5 mm de largo, acuminadas. Lemmas triaristadas; aristas de 4.5 a 6 mm. Fruto: cariopse. Espigamiento en febrero.

**Hábitat:** 2800 a 3900 msnm, en herbazales y pajonales alto andinos, también prospera en suelos arenosos, salinos o pedregosos de la puna seca, puna húmeda y valles secos.

**Usos:** Forrajera para ganado ovino, en especial cuando la planta se encuentra en estado tierno.

**Eragrostis virescens J. Presl**

35



**Taxonomía:**  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Liliopsida  
**Sub-Clase:** Commelinidae  
**Orden:** Cyperales  
**Familia:** Poaceae  
**Género:** Eragrostis  
**Especie:** E. virescens J. Presl

**Descripción:** Plantas anuales, con culmos geniculados, ascendentes, de 15 – 120 cm de alto, nudos muy notorios. Láminas de las hojas de forma linear, planas, de 6 – 20 cm de largo, Inflorescencia oblonga, de 10 – 40 cm de largo, muy ramificada, espiguillas lineares de 0.7 – 1.5 mm de ancho. Fruto: cariopse. Florece en la época húmeda.

**Hábitat:** 2000 a 3600 msnm, en sitios alterados de zonas aridas y suelos pedregosos en la puna seca y valles secos.

**Usos:** Forrajera en general de baja calidad.

**Vulpia sp.**

36



**Taxonomía:**  
**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Liliopsida  
**Sub-Clase:** Commelinidae  
**Orden:** Cyperales  
**Familia:** Poaceae  
**Género:** Vulpia sp.

**Descripción:** Son plantas anuales, a veces cespitosas o estoloníferas. Hoja con vaina con márgenes libres; ligula truncada, a menudo lacerada; limbo setáceo y convoluto. Inflorescencia en panícula o en racimo, generalmente unilateral. Espiguillas con pedúnculos generalmente dilatados, androceo con 1-3 estambres fértiles. Ovario glabro. Cariopsis estrechamente elipsoidea, soldadas a la pálea.

**Hábitat:** 2000 a 3500 msnm, en sitios húmedos y suelos pedregosos.

<b>Portulaca sp.</b>		<b>37</b>
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Caryophyllida</p> <p><b>Orden:</b> Caryophyllales</p> <p><b>Familia:</b> Portulacaceae</p> <p><b>Género:</b> Portulaca sp.</p>	<p><b>Descripción:</b> Plantas herbáceas o subleñosas, anuales o perennes, más o menos suculentas. Hojas: alternas u opuestas, carnosas, sésiles, Flores: solitarias o en inflorescencias capituliformes o racimosas, perfectas, actinomorfas o cigomorfas. Fruto: capsular de dehiscencia loculicida o circuncisa, rara vez indehiscente. Semilla: generalmente numerosas (rara vez solitarias) con embrión curvado, rodeando al endosperma farináceo.</p> <p><b>Hábitat:</b> Ampliamente distribuida en América del Sur hasta América del Norte. Frecuente en ambientes áridos, semiáridos y de montaña.</p>
<b>Kaylla <i>Tetraglochin cristatum (Britton) Rothm.</i></b>		<b>38</b>
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Rosidae</p> <p><b>Orden:</b> Rosales</p> <p><b>Familia:</b> Rosaceae</p> <p><b>Género:</b> Tetraglochin</p> <p><b>Especie:</b> T. cristatum (Britton) Rothm.</p>	<p><b>Descripción:</b> arbusto espinoso, de 20 a 30 cm de altura. Hojas lineales, en verticilos sésiles con bases pilosas. Flores muy pequeñas, rojizas. Frutos rojos, alados. Con flores y frutos en la época de lluvias.</p> <p><b>Hábitat:</b> Crece a una altitud de 3300 a 4300 msnm, en lugares degradados rocosos, de la puna seca y de la puna húmeda.</p> <p><b>Usos:</b> Forrajera para ganado ovino y camélido. Se la reporta como medicinal y combustible.</p>
<b>Richardia sp.</b>		<b>39</b>
	<p><b>Taxonomía:</b></p> <p><b>Reino:</b> Plantae</p> <p><b>División:</b> Magnoliophyta</p> <p><b>Clase:</b> Magnoliopsida</p> <p><b>Sub-Clase:</b> Asteridae</p> <p><b>Orden:</b> Rubiales</p> <p><b>Familia:</b> Rubiaceae</p> <p><b>Género:</b> Richardia sp.</p>	<p><b>Descripción:</b> Planta herbácea, rastrera a erecta; tallos por lo general varios partiendo de la base, más o menos ramificados, con pelos rígidos y largos. Las hojas con pecíolos de 0 a 7 mm de largo, láminas ovadas, la inflorescencia con cabezuelas llevando en su base (2) 4 brácteas foliosas en dos pares desiguales, por lo general con más de 20 flores. Las flores Con corola por lo general blanca, en forma de embudo o de trompeta, de 2.5 a 10 mm de largo, el fruto con mericarpios de 2 a 3.5 mm de largo.</p> <p><b>Hábitat:</b> América, desde el sureste de Estados Unidos hasta Perú y Bolivia. Arvense, escasa en matorral xerófilo y como ruderal.</p>

<b>Verbena sp.</b>		<b>40</b>
	<b>Taxonomía:</b>	<b>Descripción:</b> Tiene tallos erectos o postrados, generalmente cuadrangulares, algunas veces teretes, glabros o con varios tipos de pelosidad, hojas opuestas, aserradas, flores generalmente sésiles, de varios colores, inconspicuas a vistosas; brácteas inconspicuas; cáliz tubular, frutos en esquizocarpos, encerrados por el cáliz.
	<b>Reino:</b> Plantae	
	<b>División:</b> Magnoliophyta	
	<b>Clase:</b> Magnoliopsida	
	<b>Sub-Clase:</b> Asteridae	
	<b>Orden:</b> Lamiales	<b>Hábitat:</b> Es una planta medicinal que se encuentra en casi toda América (norte, centro y sur).
	<b>Familia:</b> Verbenaceae	
<b>Género:</b> Verbena sp.	<b>Usos:</b> Se utiliza de varias maneras en infusión y en polvo. Ayuda a la tensión nerviosa, alivia los dolores de cabeza e incluso favorece la absorción de los alimentos, al ayudar a la digestión y restaurar el sistema nervioso.	
<b>Información de fuentes bibliográficas para la realización de este material (FICHAS).</b>		
Ariza & Lizarazu (2015), Callejas, Posada & Merello (2011), Edward (2001), Eggli & Leuenberger (1995), Gleason (1991), Jorgensen & Beck (2015), Mercado, Arrazola & Gutiérrez (2013), Novara & Urtubey (2012), Russell, Retief & Pienar (1997), Rzedowski & Rzedowski (2001), Slanis & Grau (2001), Vibrans (2009), Villaseñor & Espinosa (1998).		

### Anexo 5. Datos registrados en campo para la evaluación de la pradera nativa en condición de ladera en estudio.

#### ❖ Promedios de la Cobertura Vegetal en %

Bloques	Tratamientos			
	0	1	2	3
I	52	69.32	77.32	84.68
II	68.68	75.32	75.32	86
III	66.68	76.68	77.32	85.32
IV	65.32	78	76.68	88
$\Sigma$ de Trat.	252.68	299.32	306.64	344
<b>Promedios en %</b>	<b>63,17</b>	<b>74,83</b>	<b>76,66</b>	<b>86</b>

❖ Datos de la Cobertura vegetal por especies al final de la investigación.

DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL POR ESPECIES CONTEO DEL NÚMERO DE CONTACTOS POR ESPECIE AL FINAL DEL ESTUDIO																								
ESPECIES NATIVAS	T0					Promedio	T1					Promedio	T2					Promedio	T3					Promedio
	NUMERO DE CONTACTOS						NUMERO DE CONTACTOS						NUMERO DE CONTACTOS						NUMERO DE CONTACTOS					
	B1	B2	B3	B4			B1	B2	B3	B4			B1	B2	B3	B4			B1	B2	B3	B4		
Tetraglochin cristatum (Britton)	11	11	13	11	11.5	12	12	15	4	10.75	13	9	18	15	13.75	14	13	15	20	15.5				
Hipseacharis penpinellifolium	16	14	14	12	14	13	30	25	13	20.25	15	15	26	13	17.25	16	26	15	25	20.5				
Jarava sp.	14	5	7	10	9	8	4	5	5	5.5	5	10	8	16	9.75	15	11	9	15	12.5				
Aristida antiniana	27	24	25	35	27.75	26	36	33	29	31	25	18	20	23	21.5	27	42	26	33	32				
Festuca dolichophylla	1	2	5	3	2.75	3	3	6	6	4.5	5	4	6	5	5	7	5	8	5	6.25				
Nasella sp.	36	18	17	15	21.5	22	22	29	23	24	24	17	21	25	21.75	23	27	22	26	24.5				
Nothoscordum andicola Kunth	10	8	10	16	11	8	12	10	8	9.5	8	9	12	7	9	9	10	13	10	10.5				
Edrinopsis	3	6	7	5	5.25	6	4	5	2	4.25	4	4	3	2	3.25	10	7	6	5	7				
Opuntia-boliviana	2	3	2	1	2	2	1	3	3	2.25	4	5	2	2	3.25	3	2	2	4	2.75				
Hieracium sp	1	3	2	1	1.75	2	1	3		1.5	1	2	2	4	2.25	2	2	3	2	2.25				
Hypochaeris elata	3	4	2	1	2.5	2	5	5	3	3.75	3	2	9	7	5.25	7	9	7	10	8.25				
Heterosperma tenuisectum	3	5	5	3	4	2	6	6	12	6.5	5	7	4	6	5.5	4	5	8	7	6				
Portulaca sp.	2	7	3	10	5.5	8	5	7	10	7.5	3	9	3	9	6	15	5	6	9	8.75				
Trifolium amabile	3	2	5	3	3.25	6	6	11	5	7	7	6	7	6	6.5	4	3	5	9	5.25				
Dichondra microcalix	5	3	3	6	4.25	9	2	5	4	5	6	5	9	7	6.75	3	6	6	5	5				
Pennisetum clandestinum	1	2	3	1	1.75	1	3	1	2	1.75	4	4	15	4	6.75	2	8	7	3	5				
Oxalis sp.	6	2	5	6	4.75	4	8	6	3	5.25	13	3	6	2	6	4	6	8	9	6.75				
Baccharis incarum	5	9	6	10	7.5	6	11	10	8	8.75	15	11	8	7	10.25	7	8	9	10	8.5				
Erodium cicutarium	4	3	4	11	5.5	6	5	3	5	4.75	1	6	2	8	4.25	5	3	4	9	5.25				
Chondrosium simplex (Lag.)	10	9	7	11	9.25	7	8	4	8	6.75	10	10	7	5	8	8	8	12	11	9.75				
Tagetes minuta	4	5	2	4	3.75	13	14	9	6	10.5	5	7	6	9	6.75	10	14	10	11	11.25				
Heragrostis virescens	5	9	7	9	7.5	8	6	11	13	9.5	10	12	10	11	10.75	10	14	13	15	13				
Vulpia sp.	4	5	4	2	3.75	4	4	4	5	4.25	7	8	7	5	6.75	2	9	8	12	7.75				
Facelis retusa	6	8	7	8	7.25	10	9	6	10	8.75	11	6	5	7	7.25	8	10	11	22	12.75				
Tarasa tenella	3	2	5	3	3.25	4	2	2	3	2.75	3	3	2	6	3.5	3	7	6	4	5				
Malva silvestris	1	1	2	5	2.25	3	2	3	5	3.25	2	4	3	7	4	3	4	5	8	5				
Richardia (rubiacea)	8	3	4	4	4.75	2	3	5	5	3.75	6	3	7	4	5	5	5	6	11	6.75				
Senecio vulgaris	1	2	2	2	1.75	1	2	2	3	2	1	3	1	2	1.75	1	4	2	2	2.25				
Paronychia polygonifolia			1	2	0.75		4	1		1.25	1	2		4	1.75	1		2	6	2.25				
Lepidium didymum		1	1	2	1		1	2	2	1.25			5	3	2	2	2	3	5	3				
Biguera sp.		2	3	3	2		1	2	4	1.75			2	3	1.75	1	5		2	2				
Bidens andicola		2	1	2	1.25		1		4	1.25		1		3	1	1	2	2	5	2.5				
Gnaphalium L.	2	1	1	3	1.75	3	1	1	2	1.75	1		2	4	1.75	1	2	3	2	2				
Achyrocline alata		2	2	2	1.5		1	2	3	1.5	2	3		3	2		2		5	1.75				
Verbena sp.	1	1	6		2	3	5		3	2.75	2	5	3		2.5	4		1	2	1.75				
Taraxacum officinalis	2	3		2	1.75	1	3	2	3	2.25	2	1	4	3	2.5	2	2	3	4	2.75				
Sonchus asper	2	2	1	3	2	3	4	1	2	2.5	1	4	3	2	2.5	3	3	4	8	4.5				
Sonchus oleraceus	1	3	2	4	2.5	2	2	3	5	3	3	2	4	3	3	2	2	1	3	2				
Schkuria pinnata	3	1	3	3	2.5	2	2	3	5	3	1	2	4	6	3.25	4	3	3	5	3.75				
Capsela bursa pastoris		2		2	1		2		1	0.75			2		0.5		1	3	3	1.75				
Suelo desnudo y roca					6					3.5					3.25					3.75				
Σ total del número de contactos					215					241.75					245.5					299.75				

❖ Datos tomados de la Densidad en la vegetación en el final de la investigación.

ESPECIES NATIVAS	NUMERO DE PLANTAS DE LA MISMA ESPECIE Y NUMERO DE CELDILLAS DE 10*10 cm																																	
	DONDE: P = Plantas de la misma especie C = Cuadros (Unidad de superficie)																																	
	T0				T1				T2				T3																					
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4																		
Tetraglochin cristatum	6P	10c	5p	23c	2p	9c	3p	12c	3p	11c	1p	5c	4p	6c	5p	14c	6p	14c	7p	17c	5p	13c	6p	12c	4p	13c	4p	11c	4p	10c	3p	9c		
Hipseacharis penpinellifolium			13p	26c	13p	28c	12p	21c	16p	36c	17p	36c	15p	38c	13p	33c	8p	24c	17p	43c	10p	27c	8p	18c	11p	27c	10p	24c	8p	11c	7p	11c		
Jarava sp.	6p	24c	4p	12c	3p	7c	1p	2c			1p	3c	1p	3c			2p	5c	2p	4c	8p	15c			2p	6c	5p	11c	8p	17c	6p	11c		
Aristida antiniana	23p	38c	8p	23c			15p	37c	16p	42c	27p	44c	22p	46c	12p	36c	13p	32c	10p	23c	11p	29c	8p	17c	15p	25c	12p	24c	16p	30c	11p	19c		
Festuca dolichophylla			1p	4c			3p	4c	3p	6c							1p	3c																
Nasella sp.	10p	30c	7p	15c	10p	26c	17p	34c	17p	58c	11p	40c	15p	37c	9p	28c	15p	30c	12p	32c	10p	25c	9p	30c	12p	32c	15p	36c	9p	18c	9p	23c		
Nothoscordum andicola Kunth	5p	10c			2p	2c	1p	3c	1p	2c			1p	2c	6p	8c	5p	9c	2p	15c	4p	12c	2p	2c	10p	12c	1p	3c	8p	12c				
Edrinopsis			5p	7c	3p	5c	1p	2c					4p	7c			1p	1c			2p	5c	3p	7c	1p	3c			3p	7c				
Opuntia-boliviana	1p	2c			3p	4c			1p	1c					2p	3c									10p	20c								
Hypochoeris elata	2p	4c	1p	1c			1p	2c	2p	3c	4p	8c	5p	7c			4p	4c			4p	7c	2p	7c	1p	2c			2p	4c	4p	12c		
heragrostis virescens	2p	4c	2p	7c	3p	9c	2p	4c	3p	6c			5p	23c	3p	12c	9p	21c	3p	13c	5p	10c	5p	14c	2p	4c			2p	4c	4p	13c		
Heterosperma tenuisectum	1p	1c	2p	3c	1p	2c	3p	7c			1p	1c	2p	6c	2p	2c			1p	2c	5p	8c	2p	4c			6p	12c			6p	8c		
Portulaca sp.			9p	23c	14p	36c			4p	8c							1p	1c					8p	21c	1p	3c	7p	12c			8p	13c		
Trifolium amabile			2p	5c			1p	6c			1p	1c	5p	23c					2p	5c					2p	4c			2p	5c	1p	4c		
Dichondra microcalix	1p	3c			10p	40c					2p	5c	1p	5c			1p	1c	2p	5c					1p	3c			4p	12c				
Oxalis sp.			1p	2c			2p	4c					3p	20c					10p	34c			1p	1c	1p	1c	2p	4c	3p	11c				
baccharis incarum	1p	9c			1p	9c	1p	6c	1p	3c	1p	11c	2p	7c	3p	10c	2p	10c			2p	12c	3p	11c			2p	18c	1p	2c				
Richardia (rubiacea)	1p	2c																			3p	12c	1p	1c			2p	3c						
Erodium cicutarium			3p	10c					1p	3c			1p	4c			2p	2c	3p	10c			7p	16c			1p	3c			8p	19c		
Sonchus asper	1p	1c								1p	1c						2p	4c			4p	12c			2p	5c	3p	10c						
Chondrosom simplex (Lag.)	8p	15c			10p	20c			4p	5c			2p	3c			4p	9c	7p	22c	8p	18c	8p	18c	3p	9c	4p	5c	2p	5c	3p	7c		
Tagetes minuta	2p	3c	5p	4c	4p	4c	5p	7c	3p	2c	3p	3c	3p	3c			3p	4c			3p	2c	2p	3c	5p	8c	3p	5c	6p	6c	3p	3c		
Vulpia sp.	1p	2c	3p	5c	1p	3c			4p	6c					4p	8c	2p	2c	1p	1c	3p	6c			1p	1c			2p	3c				
Sonchus oleraceus	5p	3c	4p	4c	2p	2c			3p	2c	3p	3c	7p	6c			3p	2c	3p	5c			3p	3c	2p	3c	1p	2c	2p	3c	2p	3c		
Facelis retusa	2p	2c	3p	4c			3p	4c	2p	1c	4p	4c	3p	4c	1p	1c	2p	3c	12p	16c	10p	14c	9p	12c	4p	3c	5p	7c	1p	2c	13p	15c		
Tarasa tenella									1p	2c											2p	3c												
Malva silvestris			2p	5c	1p	3c							1p	3c			2p	3c	2p	3c			2p	6c	2p	6c			2p	5c				
Pennisetum clandestinum					1p	2c																												
Hieracium sp.									1p	2c																2p	4c							
Senecio vulgaris					2p	3c															1p	1c												
Paronychia polygonifolia							1p	2c																		1p	2c							
Lepidium bipinatifidum									2p	5c											1p	1c												
Biguiera sp.											4p	7c									1p	4c												
Bidens andicola																																		
Gnaphalium dombeyanum																					2p	4c					2p	1c						
Achyrocline alata							2p	5c					1p	2c											4p	12c								
Verbena sp.					2p	7c											1p	3c					2p	9c										
Taraxacum officinalis													1p	1c							2p	5c												
Schkuria pinnata							2p	2c	1p	1c				3p	5c								2p	2c										

❖ Datos tomados de la Frecuencia en la vegetación al final de la investigación.

ESPECIES NATIVAS	NÚMERO DE MUESTRAS DE LA MISMA ESPECIE Y NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS																			
	Donde: P = Plantas NTM = Número total de muestras (plantas)																			
	T0					T1					T2					T3				
	B1	B2	B3	B4	NTM	B1	B2	B3	B4	NTM	B1	B2	B3	B4	NTM	B1	B2	B3	B4	NTM
Tetraglochin cristatum	6P	5p	2p	2p	15	3p	3p	1p	1p	8	4p	5p	6p	6p	21	7p	5p	6p	6p	24
Hipseacharis penpinellifolium	14P	13p	13p	13p	26	12p	16p	17p	10p	55	15p	13p	8p	8p	44	17p	10p	8p	7p	42
Jarava sp.	6p	4p	3p	3p	16	1p		1p	1p	3	1p		2p	2p	5	2p	8p			10
Aristida antiniana	23p	8p	10p	6p	47	15p	16p	27p	17p	75	22p	12p	13p	11p	58	10p	11p	8p	6p	35
Festuca dolichophylla		1p			1	3p	3p			6			1p	1p	2					
Nasella sp.	10p	7p	10p	7p	34	17p	17p	11p		45	15p	9p	15p	5p	44	12p	10p	9p	9p	40
Nothoscordum andicola Kunth	5p		2p		7	1p	1p			2	1p	6p	5p	5p	17	8p	4p	2p		14
Edrinopsis		5p	3p	3p	11	1p				1	4p		1p		5	2p	3p	3p		8
Opuntia-boliviana	1p		3p	3p	7		1p			1		2p			2			10p	10p	20
Hypochoeris elata	2p	1p	2p	2p	7	1p	2p	4p	4p	11	5p		4p	2p	11		4p	2p	2p	8
Heragrostis virescens	2p	2p	3p	3p	10	2p	3p	4p	4p	13	5p	3p	9p	8p	25	3p	5p	5p	4p	17
Heterosperma tenuisectum	1p	2p	1p	1p	5	3p		1p		4	2p	2p			4	1p	5p	2p	2p	10
Portulaca sp.	8p	9p	14p	14p	45	4p	1p	1p		6	2p		1p		3	1p	13p	8p	8p	30
Trifolium amabile		2p			2	1p		1p		2	5p				5	2p				2
Dichondra microcalix	1p		10p	10p	21			2p	2p	4	1p		1p		2	2p				2
Oxalis sp.		1p			1	2p				2		3p			3	10p		1p		11
baccharis incarum	1p		1p	1p	3	1p	1p	1p	1p	4	2p	3p	2p	2p	9		2p	3p	3p	8
Richardia (rubiacea)	1p				1	2p				2							3p	1p		4
Erodium cicutarium		3p			3	2p	1p			3	1p		2p		3	3p		7p	7p	17
Sonchus asper	1p				1	4p		1p	1p	6			2p	2p	4		4p			4
Chondrosium simplex (Lag.)	8p		10p	10p	28	2p	4p			6	2p		4p	4p	10	7p	8p	8p	8p	31
Tagetes minuta	2p	5p	4p	1p	12	5p	3p	3p	2p	13	3p		3p	2p	8	2p	3p	2p	2p	9
Vulpia	1p	3p	1p	1p	6		4p	2p	1p	7		4p	2p		6	1p	3p			4
Sonchus oleraceus	5p	4p	2p		11		3p	3p		6	7p		3p		10	3p		3p	2p	8
Facelis retusa	2p	3p			5	3p	2p	4p	2p	11	3p	1p	2p	2p	8	12p	10p	9p	7p	38
Tarasa tenella						1p				1						2p				2
Malva silvestris		2p	1p	1p	4						1p		2p		3	2p		2p	2p	6
Pennisetum clandestinum			1p		1															
Hieracium sp.						1p				1							1p			1
Senecio vulgaris			2p		2															
Paronychia polygonifolia						1p				1										
Capsela bursa pastoris		3p			3	4p		2p		6	2p				2	3p				3
Lepidium bipinatifidum						2p				2						1p				1
Biguiera sp.								4p	4p	8						1p				1
Bidens andicola																				
Gnaphalium L. dombeyanum																2p				2
Achyrocline alata						2p				2	1p				1	4p				4
Verbena sp.			2p	2p	4								1p		1	2p				2
Taraxacum officinalis											1p				1	2p				2
Schkuria pinnata						2p	1p			3	3p				3	2p				2

- ❖ Datos promedio del vigor de vegetación al final de la investigación (Alturas de planta en centímetros).

ALTURAS PROMEDIO DE PLANTAS EN (cm)					
Nro	Especies nativas	T0	T1	T2	T3
BLOQUE 1	Nasella sp.	52	75	81	90
	Jarava sp.	36	40	46	42
	Aristida antoniana Steud	9	18	17	19
	Eragrostis virescens J. Presl	27	30	32	45
BLOQUE 2	Nasella sp.	65	59	66	98
	Jarava sp.	42	45	45	44
	Aristida antoniana Steud	14	14	25	16
	Eragrostis virescens J. Presl	22	31	35	44
BLOQUE 3	Nasella sp.	36	56	70	73
	Jarava sp.	29	45	55	36
	Aristida antoniana Steud	10	16	18	29
	Eragrostis virescens J. Presl	30	26	29	34
BLOQUE 4	Nasella sp.	54	59	53	84
	Jarava sp.	33	43	39	50
	Aristida antoniana Steud	10	17	18	20
	Eragrostis virescens J. Presl	33	35	38	40

- ❖ Datos promedio del rendimiento de materia seca

DATOS DEL PESO DE MATERIA SECA EN (gr) TOMADAS DE 5 gramos DE MATERIA VERDE DE CADA ESPECIE SELECCIONADA					
Nro	Especies nativas	T0	T1	T2	T3
BLOQUE 1	Nasella sp.	3,20	3,31	3,2	3,33
	Jarava sp.	3,10	3,25	3,1	3,32
	Aristida antoniana Steud	2,96	2,99	3	2,99
	Eragrostis virescens J. Presl	2,66	2,70	2,88	2,9
BLOQUE 2	Nasella sp.	3,26	3,29	3,36	3,33
	Jarava sp.	3,25	3,3	3,33	3,35
	Aristida antoniana Steud	3,01	3,06	3,05	3,05
	Eragrostis virescens J. Presl	2,48	2,62	2,9	2,91
BLOQUE 3	Nasella sp.	3,3	3,36	3,34	3,39
	Jarava sp.	3,3	3,33	3,3	3,36
	Aristida antoniana Steud	3,07	3,08	3,04	3,06
	Eragrostis virescens J. Presl	2,48	2,62	2,7	2,78
BLOQUE 4	Nasella sp.	3,4	3,39	3,41	3,42
	Jarava sp.	3,38	3,31	3,38	3,36
	Aristida antoniana Steud	3,07	3,18	3,13	3,11
	Eragrostis virescens J. Presl	2,42	2,94	2,89	2,8

**Anexo 6. Memoria fotográfica de la investigación en la recuperación de la pradera nativa en estudio.**



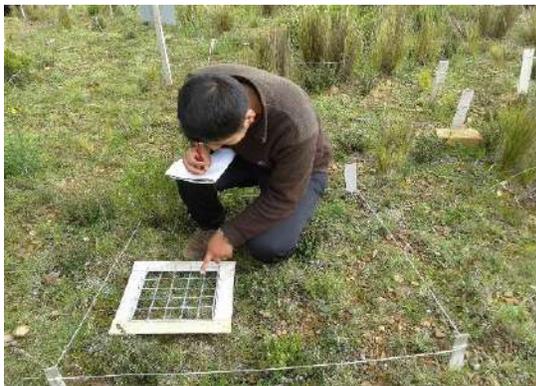
**Delimitación y reconocimiento del área de estudio en la etapa inicial de la investigación.**



**Toma de datos en la pradera nativa en condición de ladera en la etapa inicial por ambos métodos descritos anteriormente.**



**Evaluación de la pradera nativa en el transcurso de su recuperación.**



**Toma de datos en la etapa de transición en la recuperación de la pradera nativa.**



**Corte de la materia verde en las áreas mínimas, para realizar luego el posterior secado, pesado y cálculo de materia seca.**



**Anexo 8. Formulario 2 para determinar la cobertura vegetal en %.**

COBERTURA VEGETAL EN %									
Bloques	Muestras	T0		T1		T2		T3	
		Cdos ( E )	Cdos (M)						
Bloque 1	M1								
	M2								
	M3								
Bloque 2	M1								
	M2								
	M3								
.....	.....								
	.....								
	.....								
.....	.....								
	.....								
	.....								
.....	.....								
	.....								
	.....								
.....	.....								
	.....								
	.....								

**DONDE:** T0= Testigo T1=20% de biol T2=40% de biol T3=60% de biol Cdos ( E)=Cuadrados enteros  
 Cdos ( M )=Cuadrados medios M=Muestra 1, 2, 3

**Cobertura Vegetal :**

$$CV = \frac{\text{Superficie ocupada por la vegetación}}{\text{Superficie total de la muestra}} * 100$$





