



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA
MENCIÓN AGROECOLOGÍA



**"EVALUACIÓN DE PRADERA NATIVA (*Festuca dolichophylla*)
A LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y SIEMBRA DE
TREBOL BLANCO (*Trifolium repens*) SIN Y CON LABRANZA MÍNIMA
EN PUNO"**

TESIS

PRESENTADA POR:

HILARIO MENDOZA PALOMINO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGÍSTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ANDINA
MENCIÓN AGROECOLOGÍA



PUNO - PERÚ

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
BIBLIOTECA CENTRAL AREA DE TESIS
Fecha Ingreso: 02 SEP 2014
Nº 0523

Universidad Nacional del Altiplano

**ESCUELA DE POST - GRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA**

MENCIÓN AGROECOLOGÍA



EVALUACIÓN DE PRADERA NATIVA (*Festuca dolichophylla*) A LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) SIN Y CON LABRANZA MÍNIMA EN PUNO

“Tesis”- Presentada por:

Hilario Mendoza Palomino

Para optar el Grado Académico de:

MAGÍSTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ANDINA

MENCIÓN AGROECOLOGÍA

PUNO - PERU

2011

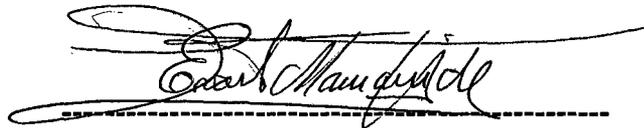
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA
MENCIÓN AGROECOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE PRADERA NATIVA (*Festuca dolichophylla*) A LA
INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y SIEMBRA DE
TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) SIN Y CON LABRANZA
MÍNIMA EN PUNO**

**Tesis presentada a consideración de la Dirección de la
Maestría en Agricultura Andina – EPG -UNA PUNO**

Aprobada por los siguientes jurados:

PRESIDENTE:



Ing. M. Sc. Evaristo Mamani Mamani

JURADO :



Ing. M. Sc. Julio Choque Lázaro

JURADO :



Ing. M. Sc. Daniel Canaza Mamani

ASESOR :



Ing. M.Sc. Angel Cari Choquehuanca

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres: Daniel y Marcelina,
a quienes les debo mis logros personales.

Con amor a mi esposa Rosa
Blanca, por su constante apoyo,
comprensión y tolerancia.

A mis queridos hijos Jackeline Doris,
Elmer Rodolfo, Jhon Víctor, Yamily Kleny;
motivo de mi superación.

A mis compañeros y
amigos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, a los Docentes de la Escuela de Post Grado, Maestría en Agricultura Andina, por su contribución en mi formación en la mención en Agroecología.

Al Ing.M. Sc. Angel Cari Choquehuanca, por su acertada dirección en la culminación del presente trabajo.

Al Ing. M. Sc. Julio M. Choque Lázaro y al Ing. M. Sc. Pablo César Aguilar por sus valiosas sugerencias y orientaciones.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria- Estación Experimental Illpa, en la persona del Ing. M. Sc. Gregorio F. Argote Quispe, por su apoyo en el proceso de ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Marcial Halanoca Pineda, por su cooperación en la recopilación de datos de campo.

A Don Víctor Quispe Yapo y su digna esposa, propietarios de Fundo Cancata – Mercedes del Distrito de Santiago de Pupuja, Provincia de Azángaro por las facilidades brindadas.

INDICE	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	3
2. 1 LOS PASTIZALES	3
2. 2 ABONOS ORGÁNICOS	9
2. 2.1 El humus de lombriz	11
2. 2.2 El estiércol	13
2. 2.3 El Azotolam	15
2.3 PRADERA NATURAL	17
2.4 MEDICIÓN DE LA VEGETACIÓN	19
2.5 SIEMBRA DIRECTA	23
2.6 LABRANZA CONSERVACIONISTA	24
2.7 SIEMBRA DIRECTA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>)	26
2.8 MEJORAMIENTO DE PASTIZALES	30
2.9 LABRANZA MÍNIMA	35
2.10 FIJACIÓN DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO	36
2.11 PRINCIPALES ELEMENTOS NUTRICIONALES	43
2.12 ANÁLISIS ECONÓMICO MEJORAMIENTO DE PRADERA	48
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA	54

3.1 MEDIO EXPERIMENTAL	54
3.1.1 Ubicación del lugar experimental	54
3.1.2 Características del suelo experimental	55
3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	61
3.2.1 Pastizal nativa “chilliguar”	61
3.2.2 Semilla de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	61
3.2.3 Inoculante	62
3.2.4 Abonos orgánicos	62
3.2.4.1 Azotolam	62
3.2.4.2 Excreta de lombriz	63
3.2.4.3 Estiércol descompuesto de ovino	64
3.2.5. Materiales y equipos	64
3.2.5.1 Materiales de campo	64
3.2.5.2 Estructura de Puntos	64
3.2.5.3 Materiales y equipos de laboratorio	65
3.3 FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	65
3.3.1 Factor A: labranza conservacionista para siembra de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	65
3.3.2 Factor B: Incorporación de abonos orgánicos	66
3.4 VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES	66
3.4.1 Variables dependientes	66
3.4.2 Variables independientes	67
3.4.3 Observaciones realizadas	67
3.4.3.1 Dimensión del campo experimental	68
3.4.3.2 Bloques	68

3.4.3.3 Dimensiones de las parcelas	68
3.5 ESTRATEGIA OPERATIVA Y TOMA DE DATOS	69
3.5.1 Elección de pradera nativa "chilliguar" en Cancata	69
3.5.2 Descripción morfológica y muestreo de suelos	70
3.5.3 Siembra de trébol blanco	71
3.5.4 Aplicación de abonos orgánicos	73
3.5.4.1 Azotolam	74
3.5.4.2 Excreta de lombriz	74
3.5.4.3 Estiércol descompuesto de ovino	75
3.6 RIEGOS	76
3.7 EVALUACIÓN DE VARIABLES: TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	76
A. Modelo aditivo lineal	77
B. Transformación de datos	78
C. Análisis de variancia	78
3.7.1 Determinación de composición florística y producción de forraje	78
3.7.2 Evaluación de producción de materia verde y seca	80
3.7.3 Determinación de la humedad y temperatura del suelo	81
3.7.4 Determinación del contenido nutrientes en el suelo antes y al final del experimento	82
3.8 Nódulos del trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	83
3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO	83
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85

4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y CAMBIOS EN LA PRADERA NATURAL	85
4.1.1 Composición florística inicial de pradera chilliguar antes del establecimiento de trébol blanco y la incorporación de abonos	85
4.1.2 Composición florística con trébol y abonamientos en época lluviosa	86
4.1.3 Composición florística con trébol y abonos en época seca al año de evaluación	90
4.2. PRODUCCIÓN FORRAJERA	93
4.2.1. Producción de materia verde y seca en la pradera chilliguar mejorada	93
4.3 CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL SUELO	103
4.3.1 Materia orgánica	103
4.3.2 Nitrógeno	105
4.3.3 Fósforo	107
4.3.4 Potasio	109
4.3.5. Calcio	111
4.3.6. Magnesio	113
4.4. CONDICIONES DEL CLIMA: TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO	116
4.4.1. Temperatura del suelo	116
4.4.2. Precipitación pluvial y la humedad del suelo	120
4.5. NÓDULOS DE TRÉBOL BLANCO	125
4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO	126

CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	132
ANEXOS	139

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 COMPOSICIÓN DE MACRONUTRIENTES DE ESTIÉRCOL DE OVINO DE HURAY JALLAPISI-AZÁNGARO 1992	15
CUADRO 2 PÉRDIDA DE SUELO BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA, BRASIL 2002	26
CUADRO 3 NÚMERO DE NÓDULOS EN EL SISTEMA RADICULAR, CIAT 1971-75	42
CUADRO 4 CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL MODAL DEL SUELO (SERIE PUCARA) FUNDO CANCATA SECTOR MERCEDES-AZÁNGARO	56
CUADRO 5 ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS DE CANCATA-AZÁNGARO 2005	58
CUADRO 6 ANÁLISIS QUÍMICO DE CARACTERIZACIÓN CAPA ARABLE DEL SUELO ANTES DE LA INCORPORACIÓN DE TRÉBOL BLANCO Y ABONOS ORGÁNICOS, CANCATA-AZÁNGARO 2005	59
CUADRO 7 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ABONOS	64
CUADRO 8 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	66
CUADRO 9 CANTIDADES DE ABONO POR TRATAMIENTO	76
CUADRO 10 ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL EXPERIMENTO	78
CUADRO 11 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EVALUACIÓN INICIAL (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" ANTES DE LA SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO E INCORPORACIÓN DE ABONOS, CANCATA NOVIEMBRE 200486	
CUADRO 12 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" CON TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA PARCELA "SIN LABRANZA", CANCATA ABRIL 2005	88

CUADRO 13 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" CON TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS, EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA PARCELA "CON LABRANZA", CANCATA ABRIL 2005	89
CUADRO 14 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" CON TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACIÓN APOCA SECA PARCELA "SIN LABRANZA", CANCATA DICIEMBRE 2005	91
CUADRO 15 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" CON TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACIÓN ÉPOCA SECA PARCELA "CON LABRANZA", CANCATA DICIEMBRE 2005	92
CUADRO 16 RENDIMIENTO FORRAJE VERDE DE PRADERA CHILLIGUAR SEGÚN ÉPOCAS DE EVALUACIÓN CANCATA 2004-2005	95
CUADRO 17 RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (kg ha ⁻¹) DE PRADERA CHILLIGUAR POR TRATAMIENTO Y ÉPOCAS DE EVALUACIÓN FUNDO CANCATA 2004-2005	95
CUADRO 18 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO DE PRADERA CHILLIGUAR SEGÚN ÉPOCAS DE EVALUACIÓN FUNDO CANCATA 2004- 2005	98
CUADRO 19 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO (kg ha ⁻¹) DE PRADERA CHILLIGUAR POR TRATAMIENTO Y ÉPOCAS DE EVALUACIÓN, CANCATA 2004-2005	99
CUADRO 20 PRUEBA DE DUNCAN PARA MATERIA ORGANICA SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS INVESTIGADOS, CANCATA 2004-2005	104

CUADRO 21 PRUEBA DE DUNCAN PARA NITRÓGENO SEGÚN ABONOS ORGÁNICOS	106
CUADRO 22 PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE FÓSFORO SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS	108
CUADRO 23 PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE POTASIO SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS	110
CUADRO 24 PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE CALCIO SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS	112
CUADRO 25 PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE MAGNESIO SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS	114
CUADRO 26 PRUEBA DE DUNCAN PARA TEMPERATURA (°C) DURANTE LOS MESES DE EVALUACIÓN EN ÉPOCA LLUVIOSA	117
CUADRO 27 PRUEBA DE DUNCAN PARA TEMPERATURA POR EFECTOS DE ABONOS ORGÁNICOS	118
CUADRO 28 PRUEBA DE DUNCAN PARA HUMEDAD DEL SUELO	121

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CROQUIS ALEATORIZADO DE TRATAMIENTOS	68
FIGURA 2. PRADERA "CHILLIGUAR" CANCATA AZÁNGARO 2004	70
FIGURA 3. CALICATA, CANCATA AZÁNGARO 2004	71
FIGURA 4. SIEMBRA EN HOYOS, CANCATA-AZANGARO 2004	73
FIGURA 5. ABONOS ORGÁNICOS, CANCATA-AZÁNGARO 2004	73
FIGURA 6. SIEMBRA CON LABRANZA Y ABONO AZOTOLAM, CANCATA-AZÁNGARO 2004	74
FIGURA 7. SIEMBRA SIN LABRANZA Y ABONO ESTIÉRCOL DESCOMPUESTO DE OVINO, CANACATA 2004	75
FIGURA 8. LECTURA CON ESTRUCTURA DE PUNTOS EN LA DETERMINACIÓN DE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	79
FIGURA 9. CORTE DE VEGETACIÓN EPOCA LLUVIOSA, CANCATA 2005	81
FIGURA 10. PROCESOS PARA EVALUACIÓN DE FORRAJE VERDE Y SECO	81
FIGURA 11 RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (kg ha ⁻¹) SEGÚN ÉPOCA DE EVALUACIÓN Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA AZÁNAGARO 2004-2005	94
FIGURA 12 RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA AZÁNAGARO 2004-2005	97
FIGURA 13 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO (kg ha ⁻¹) SEGÚN LAS ÉPOCAS DE EVALUACIÓN Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	101

FIGURA 14 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	102
FIGURA 15 COMPORTAMIENTO DE MATERIA ORGÁNICA SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	105
FIGURA 16 COMPORTAMIENTO DE NITRÓGENO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	107
FIGURA 17 COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE FÓSFORO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	109
FIGURA 18 COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE POTASIO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	111
FIGURA 19 COMPORTAMIENTO DE CALCIO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	112
FIGURA 20 COMPORTAMIENTO DE MAGNESIO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	115
FIGURA 21 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA	119
FIGURA 22 TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y MEDIA MENSUAL, AZÁNGARO 2005	120
FIGURA 23 COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	123
FIGURA 24 PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL, AZÁNGARO 2005	124
FIGURA 25 COMPORTAMIENTO NODULACIÓN DE TRÉBOL BLANCO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005	125
FIGURA 26 UBICACIÓN DEL FUNDO CANCATA MERCEDES AZÁNGARO	

CUADRO 29 DATOS DE RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DEL
EXPERIMENTO CANCATA AZÁNGARO 2004-2005

CUADRO 30 DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO, CANCATA
2004-2005

CUADRO 31 DATOS DE HUMEDAD DEL SUELO CANCATA AZÁNGARO
2004-2005

CUADRO 32 DATOS DE TEMPERATURAS MEDIA MENSUAL DE UNIDADES
EXPERIMENTALES, CANCATA AZÁNGARO 2005

CUADRO 33 PROMEDIOS DE DIFERENTES VARIABLES POR
TRATAMIENTOS PARA DETERMINAR LA RELACIÓN ENTRE
PRODUCCIÓN FORRAJERA CON EL RESTO DE VARIABLES,
CANCATA 2004-2005

CUADRO 34 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE FORRAJE VERDE ANTES DE
INCORPORAR TRATAMIENTOS, LABRANZAS Y ABONOS

CUADRO 35 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE FORRAJE SECO ANTES DE
INCORPORAR TRATAMIENTOS, LABRANZAS Y ABONOS

CUADRO 36 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE TEMPERATURAS ÉPOCA
LLUVIOSA (ABRIL), CON FACTORES LABRANZAS Y
ABONOS, CANCATA 2005

CUADRO 37 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE TEMPERATURAS ÉPOCA SECA
(DICIEMBRE), CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS,
CANCATA 2005

- CUADRO 38 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE HUMEDAD DEL SUELO ÉPOCA LLUVIOSA (ABRIL), CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS CANCATA 2005
- CUADRO 39 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE HUMEDAD DEL SUELO ÉPOCA SECA (DICIEMBRE), CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS CANCATA 2005
- CUADRO 40 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE MATERIA ORGÁNICA SEGÚN LOS TIPOS DE LABRANZA Y ABONOS, CANCATA 2005
- CUADRO 41 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE NITRÓGENO SEGÚN LOS TIPOS DE LABRANZA Y ABONOS, CANCATA 2004-2005
- CUADRO 42 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE CONTENIDO DE FÓSFORO SEGÚN, TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS CANCATA 2005
- CUADRO 43 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE CONTENIDO DE POTASIO SEGÚN LOS TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005
- CUADRO 44 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE CONTENIDO DE CALCIO SEGÚN TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005
- CUADRO 45 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE CONTENIDO DE MAGNESIO SEGÚN LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005
- CUADRO 46 ANÁLISIS DE VARIANCIA DE NODULACIÓN DE TRÉBOL SEGÚN TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2005
- CUADRO 47 COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA TRATAMIENTO DE SIEMBRA TRÉBOL BLANCO EN SISTEMA SIN LABRANZA Y SIN ABONO.

- CUADRO 48 COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DELTRATAMIENTO SIEMBRA TRÉBOL BLANCO EN SISTEMA SIN LABRANZA Y CON AZOTOLAM
- CUADRO 49 COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA TRATAMIENTO SIEMBRA TRÉBOL BLANCO EN SISTEMA CON LABRANZA Y AZOTOLAM
- CUADRO 50 COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA TRATAMIENTO SIEMBRA TRÉBOL BLANCO EN SISTEMA CON LABRANZA Y ESTIÉRCOL DESCOMPUESTO DE OVINO
- CUADRO 51 COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA TRATAMIENTO SIEMBRA TRÉBOL BLANCO EN SISTEMA CON LABRANZA Y SIN ABONO
- CUADRO 52 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR EVALUACIÓN INICIAL ANTES DE INCORPORAR TRATAMIENTOS
- CUADRO 53 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL Y ABONOS EN "PARCELA SIN LABRANZA" EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA
- CUADRO 54 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL BLANCO Y ABONOS EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA (13-04-05) EN "PARCELA CON LABRANZA"
- CUADRO 55 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL BLANCO Y ABONOS EN "PARCELA SIN LABRANZA" ÉPOCA SECA

- CUADRO 56 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TREBOL BLANCO Y ABONOS EN "PARCELA CON LABRANZA" EVALUACIÓN ÉPOCA SECA
- CUADRO 57 ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS DE PRADERA CHILLIGUAR MEJORADA
- CUADRO 58 ANÁLISIS ECONÓMICO PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (kg ha^{-1}), EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA
- CUADRO 59 DATOS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL COMPARADOS CON PROMEDIO DE 10 AÑOS

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en zona agroecológica de puna húmeda de coordenadas UTM 367189.0500 al Este y 8338460.8300 al Norte, con el objetivo de determinar los cambios en la composición florística y la producción forrajera de la pradera chilliguar, con la incorporación de estiércol descompuesto de ovino, excreta de lombriz, Azotolam y la siembra de *Trifolium repense* en sistemas sin y con labranza mínima; evaluar el contenido de elementos esenciales (Nitrógeno, Fósforo, Calcio y Magnesio), materia orgánica, humedad, temperatura del suelo y realizar el análisis económico. Los resultados obtenidos indican que, la pradera chilliguar (*Festuca dolichophylla*), muestra cambios entre sistemas de siembras; en la época lluviosa la mejora fue 31 % en parcelas sin labranza y de 26 % en la parcela con labranza mínima de especies deseables; fueron de 95 % con estiércol descompuesto y 90 % con Azotolam en sistema sin y con labranza respectivamente, en la época lluviosa; de 82 % en el sistema sin abono y con labranza, seguido por Azotolam con 69 %, en época seca; mejorándose la pradera de condición regular a buena. El rendimiento de materia verde con labranza mínima fue inferior (6.94 a 5.97 t ha⁻¹) que con siembra sin labranza (8.21 a 6.92 t ha⁻¹) y de materia seca con labranza mínima fue 3.34 t ha⁻¹ a 3.47 t ha⁻¹ inferior al de sistema sin labranza (3.96 a 4.59 t ha⁻¹); la mayor disponibilidad de forraje se logró en el periodo de lluvias. El abono estiércol descompuesto, supera en aporte de materia orgánica (4.4 %), pero estadísticamente es similar a la excreta de lombriz (4.2 %); se incrementó en el suelo el contenido de Fosforo (25 ppm), Potasio (364 ppm) y Calcio (12 m.e./100 g de suelo) y Magnesio (3 m.e./100 g de suelo). La temperatura del suelo se conservó mejor con el abono excreta de lombriz (10.4°C); la humedad con Azotolam (27 %) y mejor con la aplicación de abonos y con labranza mínima (25 %). El análisis C/B, en sin labranza y sin abono fue el más beneficioso, seguido por Azotolam con una relación de 5.4 y 2.4 respectivamente, que justifica plenamente la inversión y la aplicación de abonos orgánicos a la pradera chilliguar (*Festuca dolichophylla*); además, el índice se incrementa a mediano plazo por ser una pradera mejorada.

PALABRAS CLAVES: Abono-Asociación-blanco-chilliguar-Labranza- Mejoramiento-Nódulo- Pradera-Trébol.

ABSTRACT

This study was carried out in wet puna agro-ecological zone of UTM coordinates 367189.0500 8338460.8300 east and north, in order to determine changes in the floristic composition and forage production on the Prairie chilliguar, incorporating rotted sheep manure, excreta of earthworm, Azotolam and planting of *Trifolium repens* in systems without and with minimum tillage, to evaluate the content of essential elements (nitrogen, phosphorous, calcium and magnesium), organic matter, moisture, soil temperature and perform economic analysis. The results indicate that the prairie chilliguar (*Festuca dolichophylla*) shows changes between planting systems, in the rainy season was 31% improvement in no-till plots and 26% in minimum tillage plot of desirable species, were 95% and 90% decomposed manure with Azotolam in system with and without tillage, respectively, in the rainy season, from 82% in the system without fertilizer and tillage, followed by Azotolam with 69% in dry season, improving pasture fair to good condition. Green matter yield was lower with minimum tillage (6.94 to 5.97 t ha⁻¹) than no-till planting (8.21 to 6.92 t ha⁻¹) and minimum tillage dry matter was 3.34 t ha⁻¹ to 3.47 t ha⁻¹ lower than no-till system (3.96 to 4.59 t ha⁻¹), the increased availability of forage was achieved in the rainy season. The rotted manure fertilizer, exceeds input of organic matter (4.4%) but statistically similar to earthworm excreta (4.2%) increased soil phosphorus content (25 ppm), potassium (364 ppm) and Calcium (12 meq/100 g of soil) and magnesium (3 meq/100 g of soil). Soil temperature was maintained better with worm manure excreted (10.4 ° C), the Azotolam humidity (27%) and improved with the application of fertilizers and minimum tillage (25%). The analysis of C / B, in no-till without fertilizer was the most beneficial, followed by Azotolam a relationship of 5.4 and 2.4 respectively, thus justifying the investment and application of organic fertilizers chilliguar prairie (*Festuca dolichophylla*), plus, the rate increases to medium term to be improved grassland.

KEY WORDS: Improvement-Prairie-Tillage-fertilizer-white clover nodule-chilliguar Association.

INTRODUCCION

En la sierra del Perú, se registran actualmente mayores tasas de crecimiento poblacional y paralelamente las reducidas áreas de tenencia de la tierra; la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), señala que el aumento de la presión demográfica nos ha llevado al abandono creciente de prácticas ambientalistas, a la intensificación del uso de la tierra agrícola con el consiguiente agotamiento; las pasturas naturales se encuentran en uso de 2 a 4 veces su capacidad de carga (Lozada 1995), ocasionando el desequilibrio ecológico (ONERN, 1985; Farfán y Durant, 1998; Choque, 2002), por constituir la principal fuente forrajera para la alimentación, el desarrollo y la producción de la ganadería alto andina del país; con la consiguiente disminución sucesiva de la cobertura vegetal, pérdida de materia orgánica y la erosión del suelo. La degradación actual de los pastizales, muestra que el 60% de la vegetación nativa se encuentra en condición de pobre y solamente el 9.5 % se encuentra en buena condición (Flores, 1996), lo cual no garantiza la sostenibilidad de la producción ganadera en la sierra del Perú para los próximos 50 años (Huerta 2001).

Asimismo, el impacto ecológico y socio económico producido por la agricultura convencional (agricultura de alto costo energético), recién nos está

llevando a comprender sus grandes limitaciones, especialmente en los países con alta diversidad geográfica, económica y cultural.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la realidad referida, es necesario buscar alternativas que permitan recuperar el vigor de las especies, aumento de cobertura vegetal, mejoras en cantidad y calidad de producción forrajera. Además, la fisiografía variada de praderas nativas en el Altiplano, ofrece sitios para siembras de trébol blanco (*Trifolium repens*) con riego complementario en épocas de sequía, y con abonamientos orgánicos que favorecen la relación suelo-planta, así mejorar los rendimientos; también, el hecho que las bacterias simbióticas (*Rhizobium*) y no simbióticas (*Azotobacter*) tengan la capacidad de crecer en condiciones variables y extremas nos lleva a plantear el uso potencial en condiciones alto andinas para el manejo sostenido de pasturas (Zvietcovich, 2003), en especial en una pradera de *Festuca dolichophylla*.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron:

- a. Determinar los cambios en la composición florística y la producción de forraje en la pradera nativa de vegetación chilliguar (*Festuca dolichophylla*), mediante incorporación de abonos orgánicos y la siembra de

Trifolium repens en dos sistemas de labranza conservacionista, con y sin labranza mínima.

b. Evaluar el contenido de elementos esenciales (Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio), materia orgánica, humedad y temperatura del suelo, nodulación del trébol blanco (*Trifolium repens*) por efecto de los abonos.

c. Realizar el análisis económico de los abonamientos orgánicos en la siembra de *Trifolium repens* en dos sistemas de labranza conservacionista, con y sin labranza mínima, en el mejoramiento de pradera nativa de vegetación chilliguar (*Festuca dolichophylla*).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 LOS PASTIZALES

Proyecto Conservación de la Biodiversidad (2001), refiere que, el Altiplano presenta a manera de pequeñas planicies mayormente integrada por materiales fluvioglaciales que comúnmente se les denomina "pampas". La altitudes de estas "pampas" fluctúan entre 3900 a 4800 msnm, en cuanto al origen de estas planicies parecen pertenecer a antiguas cuencas cerradas que han sido parcial o totalmente rellenadas por material Piroclásico o Fluvioglaciario, o ambos a la vez; encontrándose actualmente afectadas por procesos erosivos fluviales.

FAO (1996), indica que los factores fisiográficos son aquellos atributos tales como topografía, exposición, grado de pendiente y otros, que modifican la superficie del suelo. Los factores edáficos son la textura, profundidad, composición química y la estructura de los suelos. La vegetación varía dentro de las diferentes zonas climáticas debido a las variaciones de los factores fisiográficos y edáficos. Muchos son los factores físicos (clima y suelo), que determinan cambios en el microclima, pero también existen factores propios de la vegetación y su manejo, que determinan cambios en el microclima. Las mediciones meteorológicas de la

temperatura se hacen a 1.50 m sobre el suelo, que se considera como la temperatura del aire.

La producción primaria de los pastizales andinos está en función de la distribución de la precipitación pluvial y la temperatura durante el año (Leon e Izquierdo, 1993). Debido a la estacionalidad de lluvias y condiciones de temperatura y humedad del suelo, los pastizales tienen un período definido de crecimiento, así como un período de descanso en la época seca ocasionando que la producción forrajera siga una curva de crecimiento concentrada en seis o siete meses del año (Ruiz y Tapia, 1987).

Dumont (2011), escribe que entre los factores ambientales que más afecta la producción de trébol de una pradera, se encuentra el déficit hídrico y temperatura. En este sentido, la elección de variedades con raíces más largas y más pivotantes podrían resistir mejor bajo esas condiciones. En general, el trébol blanco es más exigente en fertilidad que especies gramíneas.

Flores (1992), señala que, la predominancia de plantas de gramíneas, seudogramíneas, hierbas y arbustos, confiere al pastizal una apariencia o fisonomía característica, que permite clasificar a los pastizales en tipos. Se clasifican cinco tipos principales de pastizales en base al color, altura y plantas que lo dominan:

a) Pajonales.

Este tipo de vegetación está dominado por gramíneas altas o ichus, entre los que destacan la "chilligua" (*Festuca dolichophylla*), el "iru ichu" (*Festuca orthophylla*), "ichu" (*Stipa ichu*), "hatun pork'e" (*Calamagrostis antoniana*), y el "huaylla ichu" (*Calamagrostis rigida*).

b) Césped de puna.

Este tipo de vegetación está dominado por plantas pequeñas de porte almohadillado y arrosado, entre las plantas que se encuentran en este tipo están: "paqu paqu" (*Acíachne pulvínata*), "mula pilli" (*Líabum ovatum*), "pilli rosado" (*Wernería nubígena*) , "ch'eca ch'eca" (*Pycnophyllum molle*), "pasto estrella" (*Azorella díapensoídes*), y "thurpa" (*Nototriche longirostrís*).

c) Bofedales.

En este tipo de pastizal predominan las pseudogramíneas como la "kunkuna" (*Distichia muscoides*), están presentes también en buena proporción las hierbas como el "libro libro" (*Alchemilla diplophylla*), "sillu sillu" (*Alchemilla pinnata*), "pilli" (*Hipochoeris taraxacoídes*) y "puna pilli" (*Werneria pigmaea*).

d) Tolares.

Este tipo de vegetación está dominado por arbustos como la "t'anta tola" (*Parastrephia lepidophylla*) , "manzana tola" (*Baccharis tricuneata*) y "Romero tola" (*Diplostephium tovari*).

e) Canllares.

Esta comunidad vegetal está constituido por especies de tipo semiarbusivo de bajo valor forrajero conformado casi enteramente por especies de la familia rosaceas espinosas "Canlli" (*Margiricarpus pinnatus*) y "Canlla" (*Margiricarpus strictus*).

Huisa (1996), clasifica en base a las especies dominantes; las cuales dan las diferentes formaciones vegetales, de acuerdo a los nombres utilizados por los criadores en:

a) Pastizales de zonas secas (Poccoy pasto); para el pastoreo durante la época de lluvias.

- Chilliguar (*Festuca dolichophylla* - *Muhlenbergia fastigiata*).
- Ichal, paja ichu (*Festuca rigida*).
- Iral, paja brava (*Festuca orthophylla*).
- Llama ichu, llapha, karwa ichu (*Calamagrostis amoena*).
- Yurak ichu (*Festuca dichoclada*).
- Qquisi, tisña (*Stipa ichu* - *Stipa obtusa*).
- Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*).
- Koya, puna chilligua (*Festuca humilis*).
- Tolar, tola tola (*Trepia* - *diplostiphyum*).
- Pastizal invadido por canlli (*Margiricarpus pinnatus* y *Margiricarpus strictus*).

b) Pastizal de zona húmedas (Chiriway pasto), formación vegetal de las zonas húmedas para utilizar durante la época seca.

- Chilligua ojho (*Festuca dolichophylla* – *Plantago tubulosa*).
- Puna ojho, kunkuna (*Distichia muscoides* - *Plantago rigida*).
- Kuli ojho, taruca pasto (*Oxychloe andina*).
- Puna ichu (*Calamagrostis sp.*).

La vegetación “chilliguar” (*Festuca dolichophylla*) es una pradera graminoide de buen potencial en tierras de escasa pendiente, pH neutro y suelos francos a franco-arcillosos. Con la incorporación de riego suplementario, multiplica significativamente el rendimiento de forraje. La fitomasa forrajera de esta

comunidad vegetal es dominada por la gramínea *Festuca dolichophylla*, especie pratense apetecida por el ganado, de características forrajeras sobresaliente. Otras especies presentes en el "chilliguar" y de gran valor forrajero son: el "Chiji" (*Muhlenbergia fastigiata*); "sillo sillo" (*Alchemilla pinnata*) y "layu" (*Trifolium amabile*) (Franco, 2005).

Son pastizales generalmente de zonas planas con suelos profundos y con dominancia de especies como *Festuca dolichophylla* (Chillihua); *Muhlenbergia fastigiata* (Grama o Chiji) y otras especies menores como *Hypochoeris taraxacoides* (Pilli). La presencia de gramíneas altas como la "chillihua", crea una área sombreada que permite el desarrollo del *Trifolium amabile* (trébol nativo), acompañan a estas especies la ciperácea *Carex ecuadorica* y la rosácea *Alchemilla pinnata* que son muy palatables y apetecibles (Ruiz y Tapia, 1987).

La comunidad de tipo *Festuca dolichophylla* – *Carex ecuadorica*, pertenece al área mesofítica, que se desarrolla en pendientes planas a ligeramente inclinadas. La composición relativa a las especies, está dominada por la especie *Festuca dolichophylla* con 33%, seguida de *Carex ecuadorica* con 16.1%, y acompañada con otras especies como *Calamagrostis vicunarum*, *Festuca rigescens*, *Bromus lanatus*, *Alchemilla pinnata*, *Scirpus rigidus*, *Agrostis breviculmis*, *Poa gilgiana*, *Carex sp.* y *Muhlenbergia ligularis* (Florez y Malpartida, 1987).

Tapia y Flores (1984), indica que los pastizales de Chilliwá son generalmente de zonas planas con suelos profundos y con la predominancia de especies como *Festuca dolichophylla* (chilliwá o chilwá); la "grama" o chiji (*Muhlenbergia fastigiata*) y otras especies menores como *Hypochoeris*

taraxacoides, (pilli). La presencia de gramíneas altas como la chilliwa, crea un área sombreada que permite el desarrollo de un trébol nativo que prospera en las planicies (*Trifolium amabile*), mientras que *Trifolium peruvianum* de flores algo rosadas, crece en las laderas de suelos pedregosos. Acompañan a estas especies y como especies secundarias la ciperácea *Carex ecuadorica* y la rosácea *Alchemilla pinnata* que son muy palables y apetecidas por el ganado ovino.

Astorga (1979), citado por Tapia y Flores (1984), menciona que esta asociación tiene un enraizamiento profundo y algunas especies como el *Carex* incluso podrían considerarse como “freatofitas”, manteniéndose verdes gran parte del año. Los suelos que sustentan este tipo de pastizal son de textura franca con buen drenaje.

Algunas áreas planas acumulan humedad y en la época de lluvia aparecen especies como el “quemillo” (*Eleocharis albibracteata*), una juncácea que tiene buen valor nutritivo, pero ofrece una pequeña biomasa. Según el estudio de ONERN (1965), estima que la biomasa producida por esta vegetación sería entre 5 a 6 T.M. de materia seca por temporada.

Argote (1999), cita que los pastizales nativos en el caso peruano han sido agrupados en función de su fisionomía que es el resultado de la interacción de las plantas con el suelo, clima y topografía (Flores, 1991). Se han identificado cinco grupos o tipos de pastizales: pajonales, césped de puna, bofedales, tolares y canllares. El tipo de vegetación pajonal ocupa mayor extensión y está caracterizado por densas agrupaciones de gramíneas de hojas duras, en algunos casos punsantes, conocidos con los nombres de “ichu” o paja en todo el territorio alto andino. Los bofedales están constituidos por especies vegetales propias de

ambientes húmedos, de carácter permanente o temporal. Esta vegetación se constituye en fuente de forraje durante los períodos de sequía. En su composición florística dominan especies porte almohadillado, como la *Dischichia mucoides*, *Plantago rígida*, *Oxicloe* Sp, entre otros (Flores, 1991).

La *Festuca dolichophylla* (pastizales dominados por esta especie) es una gramínea perenne, su hábitat es el pajonal de puna, formando grandes comunidades denominadas "chillihuares"; está distribuído en el Perú, Bolivia y norte argentino, entre 3900 a 4500 metros de altitud. En las llanuras de suelos profundos, la vegetación dominante está representada por *Festuca dolichophylla* denominándose "chillihuares", en los cuales se asocia con *Calamagrostis vicunarum*, *Muhlenbergia fastigiata*, y la anual *Muhlenbergia peruviana* que toma un color blanquesino al inicio de la época seca (Ruiz y Tapia, 1987), buen valor forrajero, su resistencia a la helada y palatabilidad aún en los meses de sequía.

2.2 ABONOS ORGÁNICOS

Según, Arzola, *et. al.* (2000), el fertilizante o abono, es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporta a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal. Los abonos orgánicos incrementan los contenidos de materia orgánica, Fósforo y Potasio asimilables, el Calcio intercambiable del suelo; además otros micronutrientes como ácidos fúlvicos, húmicos y la actividad de los microorganismos.

Benzing (2001), al igual que la materia orgánica, también la actividad biológica y la fauna del suelo son influenciadas positivamente por la aplicación del

abono orgánico. Esto se refleja en la densidad aparente y en la agregación del suelo, lo que a su vez mejora la retención del agua y la aireación y reduce la erosión; sobre el pH del suelo, está estrechamente relacionado sobre la capacidad de intercambio catiónico.

Flores (1999), refiere al abonamiento como la utilización de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en sitios que responden económicamente a su aplicación a través del aumento en la producción de forraje y la capacidad de carga. El objetivo es de mejorar la fertilidad del suelo, la textura y estructura del mismo, así como incrementar la producción, calidad de semilla y forraje. La utilización de fertilizante inorgánico debe restringirse a aquellos casos donde la condición de la pradera natural es excelente o buena, ya que la vegetación en esta condición muestra una respuesta a la fertilización sintética que justifica sus altos costos como ocurre en el caso de pajonales de *Festuca dolichophylla* y bofedales de *Distichia* Sp.

Coronado (1997), el aporte de nitrógeno en las plantas es imprescindible para el buen desarrollo de las mismas, sin embargo en la actualidad, el uso masivo de compuestos químicos nitrificantes ha creado una serie de inconvenientes de gran importancia como podría ser el aumento de niveles de nitratos y nitritos en acuíferos, eutrofización de balsas de riegos y otros más que no son en ningún caso deseables. La materia orgánica es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas como en sus funciones ambientales; principal determinante de su actividad biológica. La cantidad, la diversidad y la actividad de la fauna del suelo y de los microorganismos que están directamente relacionadas con la materia orgánica. La materia orgánica y la

actividad biológica que esta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos. La agregación y la estabilidad de la estructura del suelo aumentan con el contenido de materia orgánica.

2.2.1 El humus de lombriz

Callañaupa (1994), indica que el material humificado por la acción digestiva enzimática de la lombriz, presenta una capacidad de intercambio catiónico entre 70 y 1000 meq/100 g de sustancia seca, con lo que aumenta fuertemente la retención de nutrimentos en el suelo. Al comportarse como captador de agua actuando como una esponja, presenta un tamaño de partícula pequeña y de baja plasticidad y cohesión. El es un excelente sustrato de germinación, porque reúne los requisitos para que las semillas sembradas en él germinen y emerjan sin encontrar obstáculos. El humus posee altísima carga microbiana, del orden de 20,000 millones por gramo en base seca, ésta le confiere características de fertilizante biológico. Presenta también un efecto tampón ya que modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánico tóxicos que llegan por la contaminación. Produce los ácidos indol acético y giberélico que son sustancias reguladoras del crecimiento de los vegetales y elevan el rendimiento de las cosechas.

El humus, está considerado como un estado de descomposición de la materia orgánica, insoluble en el agua. Es una fuente importante de nutrientes, libera energía en forma de calor, la genera de bióxido de carbono y agua. La presencia de microorganismos especializados favorece la conversión de

elementos nutrientes; así, el nitrógeno, como NO_3^- y NH_4^+ ; azufre como SO_4^{2-} ; fósforo como PO_4^{3-} y la de muchos otros componentes como simples iones metálicos Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ que son utilizados en un nuevo ciclo de vida. Una propiedad importante del humus es su alta capacidad de cationes de cambio, adsorbe nutrientes disponibles, evita el lavado y los pone a disposición de las plantas, adsorbe agua en varias veces su propio peso hinchándose y desecándose da estabilidad a los agregados.

Mamani (2002), el humus de lombriz es un fertilizante bio orgánico resultante de la digestión de sustancias orgánicas en descomposición por las lombrices. La acción de las lombrices da al sustrato un valor agregado, permitiendo valorarlo como un abono completo y eficaz mejorador de suelos. El humus de lombriz, entre muchas otras ventajas tiene: presenta ácidos húmicos y fúlvicos que por su estructura coloidal granular, mejora las condiciones del suelo, retiene la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua; inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato; ofrece a las plantas una fertilización balanceada y sana; activa los procesos biológicos del suelo.

El humus de lombriz o excrementos de las lombrices es considerado como uno de los abonos orgánicos de mejor calidad, debido particularmente a sus efectos en las propiedades biológicas del suelo. Contiene dos billones de colonias de bacterias por gramo; en vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol anual fermentado; permitiendo la producción de enzimas importantes para la evolución de la materia orgánica del suelo. El alto

contenido de ácidos fúlvicos favorece la asimilación casi inmediata de los nutrientes minerales, por las plantas. Se recomienda aplicar 1 kg de humus por 5 m² (2.0 t ha⁻¹) para cualquier tipo de suelo (Coronado, 1997).

2.2.2 El estiércol

El estiércol animal está formado por excrementos sólidos y líquidos del ganado, mezclados generalmente con ciertos materiales usados para los dormideros de los animales, como paja y césped. La importancia como fuente de nutrientes y materia orgánica es primordial; y en muchas partes del mundo los agricultores usan exclusivamente el estiércol de los animales para conservar y mejorar la fertilidad del suelo (Flores, 1992).

Las principales ventajas que se logra con la incorporación del estiércol, es el aporte de nutrientes, incremento en la retención de humedad y puede provocar un considerable incremento en la actividad biológica, aumentando la productividad del suelo (Espejo, 1989; Guerrero, 1993; Mamani, 1996; Benzing, 2001).

Benzing (2001), indica que la aplicación del estiércol puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo. El estiércol de aproximadamente una semana de edad tiene el efecto "vitalizante" máximo sobre el suelo, un compost maduro el mínimo. La actividad microbiológica aumenta cuando el estiércol se mezcla con paja, rastrojo y/o forraje despreciado, porque contiene más carbono orgánico como fuente de energía para los microorganismos

y reduce la pérdida de Nitrógeno. Por otro lado, el mismo incremento de la actividad biológica puede causar también problemas durante la fase de establecimiento de un cultivo. El consumo de O₂, la producción de CO₂ y ciertas sustancias fito tóxicas durante el proceso inicial de descomposición afectan la germinación y el desarrollo radicular de las plantas.

Guerrero (1993), Abonos orgánicos, la preocupación de todo agricultor es como mejorar su producción, en cantidad y calidad, sin aumentar los costos de producción. Para ello existe la alternativa de preparar sus propios abonos. El estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo.

Zambrano (1992), incluye el análisis de estiércol de ovino procedente de la Comunidad Campesina de Huray Jallapisi
Azángaro:

CUADRO 1
COMPOSICIÓN DE MACRO NUTRIENTES DE ESTIÉRCOL DE OVINO DE
HURAY JALLAPISI-AZANAGARO 1992

ELEMENTOS	RESULTADOS	MÉTODOS
Ph	5.6	Potenciómetro
M.O.	8.80 %	Walckley y Black
N. Total	0.40 %	Kjeldahl
P	5.6 ppm	Olsen Modificado
K	1420 ppm	Fotometría de llama
Humedad	10%	Gravimétrico

2.2.3 El Azotolam

Zvietcovich (2003), expresa que, el Azotolam es un producto ecológico natural en base de un cultivo de bacterias del género "Azotobacter", estimuladores y reguladores de crecimiento, fijadoras de nitrógeno, "Fosfobacterias", que solubilizan el fósforo mineralizado del suelo. Sus exudaciones extracelulares inhiben el ataque de enfermedades fungosas de la raíz, proporciona a las plantas Nitrógeno, Fósforo, micro nutrientes y compuestos estimulantes del crecimiento vegetal.

La biofertilización consiste en el uso de microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo como las bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*), algas (*Azolla*) y hongos que viven en la rizósfera de las plantas permitiéndoles absorber mejor el fósforo y protegiéndolos contra las enfermedades. La asociación leguminosa (alfalfa, trébol, fríjol, etc.) y *Rhizobium*, ascienden a cifras considerables de nitrógeno fijado en el suelo (50-400 kg ha⁻¹ año⁻¹). Las bacterias de vida libre como el

Azotobacter, tienen la capacidad de utilizar el nitrógeno atmosférico para formar su propia célula; se multiplican rápidamente y proporcionan muchas ventajas, como regular el crecimiento de las plantas, producir hormonas y favorecer la solubilidad de la materia orgánica agregada al suelo como abono. Lo recomendable es mezclar previamente 100 kilogramos de estiércol o tierra húmeda, con 200g de inoculante específico. Tapar con una manta y dejar fermentar 48 a 72 horas.

Los biofertilizantes son productos naturales a base de microorganismos que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas, que al incrementarse por medio de la inoculación artificial son capaces de poner a disposición de las plantas, una parte importante que necesitan para su desarrollo. Los *Azotobacter chroocum*, son bacterias de vida libre, que viven en el suelo, alrededor "Rhizosfera", se alimentan de las exudaciones de las raíces, fijan el nitrógeno atmosférico, sintetizan fitohormonas de crecimiento, solubilizan elementos minerales esenciales para la nutrición de las plantas y exudan secreciones extracelulares que inhiben el crecimiento de hongos patógenos en el suelo. Fijan el Nitrógeno atmosférico entre 30 a 60 kg ha⁻¹ año⁻¹, y se aplica para cualquier cultivo, por hectárea seis sobres de Azotolam de 250 gramos en 300 kg de estiércol o tierra húmeda.

Diversos estudios comprueban la efectividad de las bacterias asimbióticas, cuya aplicación en formas de biopreparados a partir de *Azotobacter*, mejoran significativamente la producción. Actualmente se cuenta en el mercado como un producto a base de éste microorganismo conocido como Azotolam, que viene siendo utilizado en cultivos de papa, trigo, ajo, maíz, cebolla, hortalizas, tomate, entre otros. Las parcelas de campo han determinado incrementos en el

rendimiento entre 15 y 30% y permite el ahorro entre 15 y 20% de fertilizantes nitrogenados y fosfatados.

2.3 PRADERA NATURAL

La pradera, es un área en el cual el potencial natural de la comunidad de plantas presentes está compuesto principalmente de gramíneas, graminoides (Ciperáceas, juncáceas, etc.), hierbas y arbustos de valor para los animales de pastoreo; comprende las praderas nativas alto andinas, las sabanas y aquellas áreas de mal drenaje, pero con vegetación que puede pastorearse (Florez et al,1992); comprende, la vegetación nativa, y en ocasiones, pasturas introducidas o cultivadas (Farfan y Durant, 1998).

Las praderas naturales, son tierras donde la vegetación nativa consiste principalmente de pastos, plantas parecidas a gramíneas, hierbas y arbustos para el pastoreo del ganado. Comprende tierras cuya vegetación ha sido conformada, sea en forma natural o artificial y que proporciona una cubierta de forraje que se maneja como vegetación nativa (Society For Range Management, Citado en Genin y Alzérreca, 1995).

Las praderas naturales, son áreas cubiertas por una vegetación herbácea, principalmente ocupada por gramíneas, ciperáceas y rosáceas, que varían en su composición vegetal de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica (Tapia y Flores, 1984).

FAO (1996), indica como forraje: cualquier parte comestible no dañina de una planta, que tiene un valor nutritivo y que está disponible para ser consumida por los animales. Pradera: "tierra" donde la vegetación nativa consiste principalmente en gramíneas, graminoides, hierbas o arbustos para el pastoreo del ganado. Comprende tierras cuya vegetación ha sido regenerada, y sea en forma natural o artificial, con el fin de proporcionar una cubierta de forraje que se maneja como vegetación nativa.

El manejo de pradera se define: "La ciencia y el arte de la planificación y dirección del uso múltiple de la pradera para obtener una máxima producción animal, económicamente sostenida, compatible con la conservación y/o mejoramiento en "los recursos naturales relacionados" (Huss y Aguirre, 1974).

Florez (2005), define como Pastizal: Cualquier área en la que se produce plantas para el forraje: gramíneas, graminoides, leguminosas, arbustos ramoneables, hierbas o mezclas de éstas; pueden ser de tres clases: pradera nativa, pasturas y pastizales residentes.

Pradera nativa: está constituida por "las tierras que producen forraje nativo para el consumo animal y que son revegetadas natural o artificialmente, para proveer una cubierta de forraje que se maneja como vegetación nativa.

Pastura: son las tierras de pastoreo que están bajo un manejo relativamente intenso, usualmente con asociación de especies forrajes exóticas y recibiendo prácticas culturales de preparación de suelos, fertilización, control de malezas e irrigación.

Pastizales residentes: son especies comunes a un área sin que se pueda distinguir si han sido nativas o introducidas, o bien, "tierra" revegetada natural o

artificialmente con especies residentes que requieren prácticas culturales posteriores y son manejadas como pastizales nativos. Por ejemplo, el kikuyo en las laderas de los valles interandinos.

2.4 MEDICIÓN DE LA VEGETACION

Proyecto Conservación de la Biodiversidad, (2001), cita que la cobertura vegetal y edáfica debe ser medida en cada unidad bioestructural correspondiente a un sitio dado y posteriormente comparada con la cobertura ideal, a manera de determinar la condición del pastizal. La medición del tapiz vegetal se hace utilizando técnicas convencionales de muestreo de la más variada naturaleza, adecuada a tipo particular de vegetación de que se trate (Gastó *et al.* 1993).

Cuando se habla de métodos de evaluación, se refieren a los atributos de la vegetación que pueden ser medidos cuantitativa y cualitativamente por ser de utilidad al usuario; así se considera que es necesario tener mediciones de producción de biomasa y composición botánica, densidad, cobertura y frecuencia, entre otros (Farfan y Durant, 1998). La medida de la eficacia de la producción y productividad de una población vegetal, es la cantidad de materia seca formada por la vegetación de una superficie determinada, y en la unidad de tiempo. La producción de la cubierta vegetal se expresa en toneladas de materia seca por hectárea ($t\ ha^{-1}$) referida a la superficie del suelo cubierta por la vegetación, a lo largo de un año (Larcher, 1977).

Huerta (2001), cita que la respuesta a la estrategia de mejoramiento de praderas naturales con aplicación de fertilizantes es muy variable, dependiendo de una serie de factores, principalmente está condicionada por el tipo de fertilizante usado, a la cantidad aplicada, al tipo de vegetación, a la cantidad de precipitación, al momento de aplicación y a la humedad disponible en el suelo, éste último es el factor limitante por excelencia que limita su uso (Huss, 1996). Desde el punto económico, no está perfectamente demostrado que el aumento de la producción de la pradera natural por fertilización compense sus costos. Muy pocas son las experiencias que demuestran que en una pradera natural la fertilización res una operación económicamente conveniente (Novoa, 1991).

Los métodos de monitoreo de los indicadores de respuesta de la vegetación son los siguientes:

Composición florística: Es la abundancia relativa de especies dominantes y sub dominantes encontradas en un sitio. Sólo se considera las especies perennes, los datos se obtienen del censo de la vegetación, sin considerar la roca, piedra, pavimento de erosión y suelo desnudo.

Producción de forraje: La producción de forraje (kg MS ha^{-1} año) es la suma de las tasas de crecimiento (kg MS ha/día), multiplicado por el número de días del mes sumadas a lo largo de un año (Ñaupari y Flores, 1996). Esta variable se estima cortando al ras del suelo el forraje disponible en por lo menos en diez cuadrantes de un metro cuadrado cada uno a finales de marzo.

El objetivo de la medición es obtener información que nos permita describir con confianza alguna de las características más importantes, mediante muestreo de la población específica y no de una mezcla de poblaciones. Hay tres tipos de procedimiento de muestreo: Muestreo al azar, al azar estratificado y sistemático. Para el conocimiento de la composición florística se hace necesario cuantificar, a través de los diversos parámetros que dan una idea de las especies que forman la pradera (FAO, 1996).

El IVITA, en Marangani- La Raya, sugiere para las asociaciones de pastos de crecimiento alto (*Festuca dolichophylla*, *Festuca ortophylla*, *Calamagrostis eminens*) emplear un marco de fierro o madera de 1 m², para pastos de crecimiento mediano (*Calamagrostis vicunarum*, *Stipa brachyphylla*, *Alchemilla pinnata*) el uso de un marco de 1/2m² (1.0 m x 0.5 m). En caso de tener asociaciones vegetales de crecimiento bajo y/o postrado (*Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Paspalum pygmaeum*) será necesario emplear un marco de 1/4m² (0.5 m x 0.5 m). En cuanto al número de muestras es necesario considerar la uniformidad de la pradera; en caso de tener una asociación vegetal muy uniforme será suficiente tomar como mínimo 10 muestras por hectárea. Con relación a la forma de los muestreadores, por la facilidad en el manejo y uso se recomienda tener marcos de forma cuadrada o rectangular (FAO, 1996; Farfan y Durant, 1998). La frecuencia da una idea de la presencia o ausencia de una especie, permite ubicarse en un pastizal cuando recién se comienzan a hacer las primeras exploraciones. Numéricamente es la relación entre el número de muestras que contienen una especie y el número total de muestras expresado en

porcentaje. Así por ejemplo, si la especie *Bouteloua curtipéndula* (banderilla) aparece en 37 muestras, cuando se han hecho 50 muestras, la frecuencia (F), será:

$$F = 37/50 = 0,74 \text{ ó } 74 \%$$

Como es una medida de presencia, no interesa el número de individuos que aparecen en la muestra. Así, si en una muestra aparecen 5 individuos de "banderilla", se dirá solamente que la frecuencia es 1, es decir, que aparece en la muestra, y no cuantos individuos; para poder comparar frecuencia se ha agrupado en 5 clases. Puede ser también expresada en rangos de porcentaje entre 1 y 100:

$$1 \text{ a } 20\% \quad = 1$$

$$21 \text{ a } 40\% \quad = 2$$

$$41 \text{ a } 60\% \quad = 3$$

$$61 \text{ a } 80\% \quad = 4$$

$$81 \text{ a } 100\% = 5$$

Pastizal A, con una frecuencia de 74 %, caería en la clase 4, y se dirá entonces que "banderilla", es una especie con frecuencia 4 en el pastizal A muestreado. Nos permite comparar con otro pastizal B Frecuencia de 25 %, que sería clase 2 y diríamos que banderilla es más frecuente en A que en B; no especifican la cantidad de forraje producido.

La medida de cantidad de forraje es de gran importancia, pues ella permite hacer cálculos de capacidad de pastoreo. El peso del forraje producido se mide en Kg por unidad de superficie, kg MS/ha (FAO, 1996; Farfan y Durant 1998).

El parámetro cobertura y densidad, para el caso de *Trifolium repens*, no son indicadores confiables, por su tallo estolonífero y sistema radicular que emerge de los entrenudos, convirtiéndolo en una planta rastrera, que se reproducen por estolones y rizomas (FAO, 1996; Choque ,2002).

2.5 SIEMBRA DIRECTA

La siembra directa es cuando en un terreno que no ha sufrido laboreo previo alguno; en él que se ha procurado mantener el suelo cubierto, mediante la distribución homogénea de los restos de la materia orgánica; evitando la compactación excesiva por el paso de la maquinaria y el ganado (Bodas, 2002)

Ventajas de la siembra directa (Según, Bodas, 2002)

- Los suelos en siembra directa aumentan de forma significativa el contenido en materia orgánica de su horizonte superficial.
- Los suelos donde se practica la siembra directa mejoran su estructura y resistencia a la erosión.
- El dejar de labrar no implica una merma en la capacidad del suelo para infiltrar y almacenar agua. Antes bien al contrario, la mejor estructura de los suelos en siembra directa permite una mejor infiltración y almacenamiento de agua.
- La siembra directa es el sistema de cultivo que reduce la erosión de forma más importante.
- El ahorro de costos es significativo.

- El tiempo necesario para manejar una hectárea de cultivo es menor.

Desventajas de la siembra directa según (García, 1999).

- Menor oxigenación del suelo.
- Menor temperatura del suelo.

2.6 LABRANZA CONSERVACIONISTA

Studdert (2001), menciona que, menciona que en Labranza Conservacionista, internacionalmente se ha aceptado el criterio del ex Servicio de Conservación de Suelos de los EE. UU., definió al sistema de Labranza Conservacionista como todo aquel conjunto de operaciones de laboreo que, luego de la siembra del cultivo, ha dejado hasta un treinta por ciento del suelo cubierto por rastrojo. Comprende tres posibilidades: Labranza reducida, labranza mínima y labranza cero (o siembra directa).

La labranza reducida, es la reducción del número de operaciones de laboreo respecto a la labranza convencional, de esta manera es probable que quede una determinada cantidad de rastrojo sobre la superficie. La labranza mínima es el mínimo laboreo indispensable para lograr una correcta implantación del cultivo. Las ventajas fundamentales de los sistemas de labranza conservacionista se asocian a que deja cierta cantidad de rastrojo sobre la superficie. Al haber menos o ninguna operación de laboreo, hay menos mineralización de materia orgánica lo que, junto con la reducción del consumo de combustible, hace que se emita

menos dióxido de carbono a la atmósfera contribuyendo a la reducción del efecto invernadero.

Según Proyecto Checua (2000), la degradación de los suelos es un problema ambiental y significa la reducción de la fertilidad física, química y biológica del suelo; éste problema es tan importante como la reducción de la capa de ozono y el efecto invernadero, porque afecta directamente a la seguridad alimentaria de los pueblos. Especialmente en el Perú donde el área con aptitud agrícola es bastante reducido (3.8 % de la superficie total), representa un peligro no implementar prácticas de gran impacto para conservar el suelo. Son muchas las premisas que debemos tomar en cuenta para manejar ecológicamente el recurso suelo; la diversidad ecológica y cultural; recrear y validar una serie de tecnologías ecológicas que permitan mantener en el tiempo la productividad de este recurso. Las prácticas de manejo del suelo deberán crear las condiciones para mejorar su dinámica bio geoquímica e incrementar su capacidad productiva en el tiempo. Nos debe permitir alcanzar objetivos económicos, sociales y ambientales.

El contenido promedio de materia orgánica después de dos años de labranza mínima fue de 12.09 %; en comparación a las parcelas bajo laboreo convencional, sólo alcanzaron 9.57 %; efectos similares han sido observados en EE. UU. y Brasil.

Las labranzas conservacionistas presentan menor pérdida de carbono (en forma de CO₂) y, por consiguiente, mayor acumulación de este elemento en el suelo. La preparación convencional del suelo acelera la mineralización de la materia orgánica, así como la liberación de dióxido de carbono a partir de los

residuos vegetales presentes. De esta manera, el CO₂ es transferido a la atmósfera, contribuyendo al efecto invernadero y al Calentamiento Global del planeta. En investigaciones recientes realizadas en los EE.UU. por la USDA/ARS demostraron que el carbono del suelo se pierde rápidamente en forma de dióxido de carbono, sólo minutos después de una preparación intensiva de terreno y que la cantidad de pérdida está en relación directa con la intensidad de dicha preparación.

CUADRO 2
PÉRDIDAS DE SUELO BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA,
BRASIL 2002

Fuente	Pérdida de suelo t ha ⁻¹ año		
	LC *	LM **	SD ***
Sidiras, 1986	68.2	5.5	6.9
Castro, 1986	49.8	22.5	
Sorrenson y Montoya, 1984	57.7		2.1

(*) Labranza convencional; (**) Labranza mínima; (***) Siembra directa

En áreas de labranza mínima y siembra directa, el incremento de materia orgánica tiene varios efectos positivos en el suelo: aumenta la retención de agua, la estabilidad de los agregados y la capacidad de intercambio de cationes (indicador químico para medir la fertilidad del suelo); en suma, mejora su fertilidad.

2.7 SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*)

Según Bustamante et al, (2003), el trébol blanco (*Trifolium repens*) pertenece a la familia de las leguminosas, en sus raíces tiene unos nódulos constituidos por

bacterias del género *Rhizobium*, capaces de transformar el nitrógeno atmosférico, en nitrato (NO_3^-); por lo que son plantas mejorantes del suelo y con necesidades mínimas o nulas en abonos nitrogenados, es muy adecuada para fincas que realizan agricultura ecológica; fija el nitrógeno atmosférico, gracias a su asociación con la bacteria *Rhizobium trifolii* (Florez, 2005). Entre las leguminosas y los rizobios se establece una simbiosis, las bacterias utilizan el Nitrógeno del aire y lo convierten en compuestos nitrogenados asimilables por las plantas y éstas a su vez, le suministran a las bacterias carbohidratos, como fuente de energía, proceso denominado Fijación Biológica del Nitrógeno. La simbiosis *Rhizobium*-leguminosa, es el que aporta la mayor cantidad de nitrógeno al ecosistema y a la producción de alimentos. Se estima que esta puede oscilar entre 200 y 250 kg N ha⁻¹ año (FAO, 1995), los más altos niveles de 600 kg ha⁻¹ y el promedio está en 200 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, económicamente importante en la producción de pastos (ORDEPUNO, 1977)

La siembra de trébol blanco muestra un gran potencial para la recuperación de campos deteriorados; puede ser asociado con especies nativas o plantas introducidas. Se logra un incremento en la productividad de la pradera nativa dependiendo de la altitud, humedad y otros factores climáticos (Florez, 1990). Es importante que se mejoren los pastos naturales de la sierra con la introducción de especies cultivadas perennes como el trébol blanco que mejora la palatabilidad y eleva la calidad nutritiva del pastizal natural (Ruiz y Tapia, 1987).

Cuando la pradera natural está sobre pastoreada ocasiona la pérdida de pastos suculentos; entonces es necesario realizar la recuperación y mejoramiento con la introducción directa de trébol blanco (*Trifolium repens*), que es una

leguminosa muy nutritivo y palatable; además tiene un sistema de propagación rápida, aumentando la cobertura vegetal, evitando la erosión y escorrentía rápida (Miranda, et al, 2003).

El trébol blanco es una especie de mucha importancia en la zona alto andina, como componente básico de las asociaciones vegetales bajo riego. Tiene la capacidad de recuperarse del corte o pastoreo muy rápidamente, cuando existe humedad adecuada (Florez y Malpartida, 1987). Es una buena planta forrajera, por su valor proteico y persistencia por más de 10 años, por su renovación estolonífera poderosa, mayor adaptación a las zonas agroecológicas de la sierra (Choque, 2002)

Paredes (1987), en una sistematización de trabajos sobre la introducción de leguminosas en la región Puno, se llega a la conclusión que los tréboles se adaptan a suelos profundos, francos, de buen drenaje con un pH 6.8 a 7.5, pero con una buena disponibilidad de agua, es suma importancia, especialmente para los tréboles que no poseen muy desarrollado su sistema radicular, razón por la cual no son resistentes a la sequía, en época de escasez de agua llegan a morir. Así, como indica que, la inoculación es el acto por el cual las bacterias nitrificantes se ponen en contacto directo con las semillas de las leguminosas.

El IVITA en Marangani-Cusco, ha desarrollado con éxito la entre siembra con esquejes de leguminosa de trébol blanco, en diferentes tipos de suelo, recomendando realizar en zonas adyacentes a los bofedales y aquellas que garanticen humedad. Las gramíneas naturales altas proporcionan excelente cobertura y protección a las plantas jóvenes de los vientos helados, granizadas,

propiciando una buena asociación que mejora sustancialmente la oferta forrajera (Farfan y Durant, 1998).

Paredes (1987), indica que la siembra directa sobre la pradera puede ser al voleo o en líneas, después de un riego de soltura o después del inicio de lluvias de noviembre y diciembre. Antes de la siembra se recomienda aplicar superfosfato triple de calcio a una dosis de 50 a 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, distribuidos al voleo. En siembras directas, en lugares húmedas, realizar usando sembradora mecánica, yunta o siembra a mano con raucanas en línea, distanciados de 15 a 30 cm, se puede el trébol solo o asociado y a una profundidad de 1.5 centímetros.

Así, como es necesario escardar el suelo en líneas o en hoyos superficiales con la ayuda de un zapapico, distanciando a un paso. La siembra se realiza a golpe colocando las semillas en el hoyo ó a chorro continuo siguiendo la dirección de las líneas (Miranda, et al, 2003).

Flores (2001), manifiesta que las especies como el trébol blanco, dactylis y el phalaris pueden entre sembrarse con pastos nativos en suelos de buen potencial (humedad, pH y fertilidad) como en los bofedales de *Distichia* y pajonales de *Festuca dolichophylla* y *S. obtusa*, pero se requiere de cercos para prevenir ya sea el pastoreo durante la fase de establecimiento o bien para asegurar una longividad y manejo posterior.

En la puna seca de la región sur de Puno, el mejoramiento de bofedales con la entre siembra de trébol blanco, *Festuca dolichophylla* y la aplicación de guano de camélidos, al segundo año de evaluación, alcanzó una superioridad de rendimiento de 1.86 t ha⁻¹ de materia seca en comparación al testigo que solamente produjo 0.83 t ha⁻¹ de materia seca (Sotomayor y Miranda, 1992).

En comunidades alpaqueras de Puno, sobre una altitud promedio de 4,200 msnm, tipificada como puna seca, se mejoró los bofedales con la siembra directa de trébol blanco, en un pastizal cuya composición florística fue *Distichia sp.* "tina"; *Plántago tubulosum* "oqho sike"; *Eleocharis albibracteata* "quemillo"; *Distichia muscoides* "tina macho", *Calamagrostis rigescens* "tullu pasto"; *Alchemilla diplophylla* "libro libro" y *Festuca dolichophylla* "chilligua". Los valores registrados a los tres años de establecimiento incrementaron en 12.14 % en la cobertura vegetal y los rendimientos de la vegetación en bofedales mejorados fueron de 2,227 kg de MS ha⁻¹, en comparación al testigo que fue de 1,052 kg de MS ha⁻¹ (Miranda, 1995).

2.8 MEJORAMIENTO DE PASTIZALES

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

El mejoramiento de pastizales naturales, por medio del uso de especies forrajeras mejoradas representa ser uno de los aspectos relevantes que aseguran una adecuada alimentación de nuestro ganado. Mediante la incorporación de especies mejoradas de pastos vía semilla, se favorece la disponibilidad de forraje y se facilita un mejor aporte en cuanto a valor nutritivo de la pastura (Squella, 2003). El mejoramiento de pastizales involucra buenas prácticas de manejo que

incrementen la cantidad de forraje utilizable, promuevan el reemplazo de las plantas indeseables por las deseables, conserven el agua y el suelo y promuevan un incremento de la fauna silvestre. Son prácticas que mejoran el pastizal: la resiembra de pastizales degradados; control de plantas indeseables y conservación de aguadas. (Flores, 1992); incluye, además una serie de técnicas y manipuleos del ecosistema para lograr una mayor producción (Ruiz y Tapia, 1987).

El mejoramiento de un determinado pastizal o áreas de pastizales nativos, es una decisión muy importante por parte del productor, para lo cual debe considerar un previo diagnóstico y análisis que permita conocer las limitaciones y potencialidades de los recursos del predio y en cuanto a oferta forrajera se refiere; para ellos hay algunas consideraciones que se deben observar en la toma de decisiones para el mejoramiento de la pradera (Dahl, 1982).

Una de las estrategias para el mejoramiento de praderas es la introducción de especies exóticas como el trébol blanco, *dactylis* y *falaris*. Esta especies pueden entresembrarse con pastos nativos en suelos de buen potencial, como son los suelos de los bofedales de *Distichia muscoides* y pajonales de *Festuca dolichophylla*. Estos suelos reúnen condiciones de buena humedad, pH y fertilidad para soportar un buen establecimiento de las especies exóticas (Florez, 2005)

El mejoramiento de la pradera nativa es aumentar la calidad de los pastizales nativos por medio de la asociación con leguminosas y gramíneas introducidas (Florez y Malpartida, 1987), esto significa elevar su condición de

pastoreo, incrementar la productividad y la capacidad de carga animal (Flores, 2001).

Flores (1999), expresa que se denomina estrategias de mejora al modo como el administrador de pastizales combina las diferentes prácticas de mejoramiento con el objeto de maximizar la producción de forraje, pero sin alterar el equilibrio y estabilidad del ecosistema.

Convenio Peruano Neocelandes (1979), refiere que extender el cultivo asociado de Rye grass con trébol tiene mucho valor para los ganaderos de la zona alta del Perú, es posible proveer alimentación barata y de buena calidad para el incremento de la producción y productividad pecuaria, producción promedio de 15 t MS ha⁻¹ con 15 % de proteína promedio (tres veces mejor en calidad que el pasto nativo y más de seis veces mayor en cantidad), resiste a las heladas, más que la alfalfa, sólo requiere fertilizante con abono fosfatado en el año de establecimiento, y en cada año para mantenimiento, vida productiva promedio de 10 a 15 años, tiene buena propagación y gran área de cobertura por su sistema de propagación por estolones. Bajo riego la asociación Rye grass/tréboles se establece bien en casi todos los suelos del altiplano con pH adecuado (más que 5,8). El Rye grass crece bien en suelos con pH más bajo que 5,8, pero las bacterias que fijan en las raíces de los tréboles prefieren suelos con pH más que 5,8. Los suelos del altiplano, en general, son pobres en fosfatos, por lo que es necesario incorporar fertilizante de este tipo, principalmente en el año de establecimiento, y una aplicación cada año, para mantenimiento.

Paredes (1987), indica que en 1976 se inició la siembra directa de tréboles sobre la pradera natural para mejorar su producción en cantidad y calidad, en

cinco lugares del Departamento de Puno, al cabo de 12 semanas las observaciones realizadas no prometían mucho, salvo en dos lugares: en la SAIS Yocará y en el fundo San Antonio por ser zonas húmedas, y por la capacidad estolonífera del trébol blanco que permitió su propagación; en la SAIS Yocará después de tres años la siembra ha producido hasta 6000 kg MS ha⁻¹ en 9 semanas de crecimiento, esto durante los meses de diciembre y enero. También, el efecto de la fertilización sobre pastos nativos mejorados con tréboles, de un total de dos cortes se encontró que la fertilización con superfosfato triple de calcio alcanzó el mayor rendimiento con 10,277 kg ha⁻¹ de materia seca, frente al testigo que fue 8,299 kg ha⁻¹ de materia seca, con un aporte de leguminosas de 27% y 25% respectivamente.

Paguara y Zuñiga (2002), observaron que el trébol respondió mejor a la fertilización fosforada que el rye grass. Los más altos rendimientos de materia seca del trébol y rye grass corresponden a las poblaciones de *Rhizobium* y *Azotobacter* respectivamente. Esto sugiere que la fijación biológica del nitrógeno atmosférico favorece el crecimiento de la pastura.

Choque (2002), describe que el trébol blanco pertenece a la familia de leguminosas, sub familia de las Papilionoidea, tribu Trifolieas, género *Trifolium* y especie *repens*. Las raíces son adventicias que nacen en los entrenudos de los tallos estoloníferos, se concentran sobre todo en los primeros 10-15 cm, donde se localizan nódulos pequeños en forma de salchicha que contienen millones de bacterias de *Rhizobium trifoli*; se distingue de otros tréboles a causa del tallo herbáceo de crecimiento rastroso. Los estolones se arrastran pegados a la superficie del suelo, de sus nudos salen las hojas y raíces, como resultado de este

hábito de crecimiento, se forma en cierto tiempo una cubierta vegetal muy densa. Las hojas son pediceladas, trifoliadas, glabras, foliolos ovales, con frecuencia poseen una mancha blanquicina en forma de media luna en el haz del limbo, son tiernas, suaves y abundantes. La inflorescencia pedunculada en racimo umbiliforme, cabezuela ocapiluleforme axilar, con muchas flores de color blanca o rosadas. Fruto legumbre en forma de haz con 5-6 semillas muy pequeñas de forma acorazonada, de color amarillo dorado. Hay aproximadamente 1 653,750 semillas por kilo. Persisten por 10 a más años, por lo que normalmente, es sembrada en praderas de larga duración.

Miranda (1995), refiere que la siembra directa de trébol se realiza por golpes. Para lo cual, con un zapapico se afloja el suelo a modo de hoyos superficiales. Cada aflojamiento se efectúa distanciado a 50cm con una profundidad de 2 a 4 cm. Después de la siembra directa, se tapa la semilla con una capa delgada de tierra suelta y fina, con un espesor de 2 a 3cm. El abonamiento se realiza después de cada pastoreo, aplicando 3 t ha⁻¹ de estiércol, al voleo esparciendo por toda la superficie. La fertilización con abonos químicos empleando el Superfosfato Triple de Calcio a una dosis de 50 kg ha⁻¹. El riego consiste en dotar de agua necesaria a la vegetación para favorecer la germinación, crecimiento y desarrollo a partir del mes de mayo hasta diciembre. Generalmente, la disponibilidad de agua para el riego se aproxima en un litro por segundo por hectárea. La frecuencia de riego es de una a dos veces semana dependiendo del tipo de suelo. Las plantas de trébol son susceptibles al emposamiento y a la escasez de agua; por lo tanto, debe efectuarse los drenes y los riegos necesarios respectivamente. Debe de protegerse a las plantas de trébol

de las esporádicas granizadas y heladas, con paja cortada. Las nuevas plántulas sobre la vegetación nativa demanda un período de por lo menos un año, esto garantiza el enraizamiento de las plántulas.

2.9 LABRANZA MÍNIMA

Studdert (2001), define, que labranza mínima es el mínimo laboreo indispensable para lograr una correcta implantación del cultivo. El caso más extremo de labranza mínima es la siembra directa o labranza cero, es decir, sembrar directamente sin remover el suelo.

La labranza mínima es una práctica exitosa para reducir la pérdida del suelo por erosión y consiste en remover la menor cantidad posible de suelo, para crear las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas. Esta práctica viene combinada con el manejo de la cobertura vegetal a distintos niveles, dependiendo mucho de las exigencias del cultivo y de las condiciones climáticas. Esta práctica aumenta el almacenamiento de agua, mejora el control de malezas e insectos del suelo, se reduce los costos por preparación del suelo, se mejora la estructura del suelo.

La labranza mínima, es la actividad mínima de laboreo de suelo, sin dañar ni romper la relación suelo-planta, con ayuda de algunos implementos de labranza (arados, rastra, aporcadores, etc.) y herramientas agrícolas tradicionales, como raucana, picotas, arado de palo. También, es considerada como labranza cero o "labranza de conservación" que disminuye la pérdida de suelo y conserva la humedad, comparada con la labranza convencional. Aumenta el potencial de cultivos múltiples, perturba muy poco el suelo (Altaien, 1983 citado

por la Revista Agro noticias, 1990), además la tasa de infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo; reduce la evaporación del agua. La cobertura permanente o casi permanente del suelo a través de los métodos de labranza conservacionista permite un uso eficiente del agua.

Proyecto Checua (2000), expresa que la única manera de cubrir la creciente demanda de alimentos (2.4 % tasa de crecimiento mundial) es mejorar la productividad de áreas que se encuentran en producción. Un factor crítico en este contexto es la progresiva degradación de los suelos productivos en el mundo. En nuestro planeta, un 55 % de las tierras explotadas se encuentran afectadas por la erosión. Este proceso significa una pérdida anual de suelo que oscila entre 15 a 150 t ha⁻¹ o 5 a 7 millones de hectáreas por año. Además, los países altamente desarrollados son, en gran parte, responsables por los impactos externos en el medio ambiente global, tales como la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂). La pérdida de suelo superficial fértil por la acción del agua de lluvia, es la principal responsable de la degradación progresiva de los suelos; si se logra minimizar la escorrentía, se puede aumentar la infiltración durante las lluvias y, con ello, disminuir o anular el riesgo de la erosión. El otro gran responsable de la degradación es el desequilibrio del balance nutricional "extraer más que reponer".

2.10 FIJACIÓN DEL NITRÓGENO ATMOSFÉRICO

En FAO (1996), los procesos naturales de fijación biológica de N₂ (FBN) juegan un importante rol en la actividad de los sistemas agrícolas sustentables. El incremento de su aplicación puede mitigar la necesidad del uso de fertilizantes

nitrogenados sintéticos con el consiguiente efecto benéfico al ciclo del nitrógeno, el calentamiento global y el saneamiento de las aguas subterráneas y superficiales. Existen algunas especies de microorganismos que poseen la habilidad de convertir el dinitrógeno atmosférico (N_2) a amonio (NH_4^+) mediante la acción de la enzima nitrogenasa. El género *Azotobacter* es uno de los microorganismos utilizados como biofertilizante que más se aplica e investiga. Mayea *et al.*, (1998) y FAO (1995) consideran de menor importancia agrícola por incorporar modestas cantidades de nitrógeno al suelo y Bhattacharya y Chaudhuri (1993) reportaron que es capaz de fijar de 20 a 30 kg de nitrógeno ha^{-1} año. La propagación de estas bacterias está relacionada estrechamente con la presencia en el medio de suficientes cantidades de fósforo (P) y potasio (K), siendo mayor el efecto de fósforo, cuya escasez o ausencia puede hasta inhibir el desarrollo del cultivo. Los requerimientos, de micro elementos, son notables, el molibdeno (Mo) es esencial para la mayoría de las cepas de este género, tanto cuando crecen sobre medios libres de nitrógeno como cuando se desarrollan sobre nitratos, aunque las necesidades son mayores en ausencia de nitrógeno combinado.

Entre los diferentes sistemas biológicos capaces de fijar el N_2 atmosférico, la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa constituye con la mayor cantidad aportada al ecosistema, a la producción de alimentos. Aunque hay diversas asociaciones que contribuyen a la fijación biológica del N_2 atmosférico, en la mayoría de lugares agrícolas la fuente primaria (80%) del fijado biológicamente ocurre a través de dicha simbiosis (Anónimo, 2001b). Se estima que esta puede oscilar entre 200 y 250 kg Nitrógeno ha^{-1} año (FAO, 1995), se calcula que puede alcanzar el 20% de la cantidad fijada anualmente sobre el planeta, constituyendo la asociación más

elaborada y eficiente entre plantas y microorganismos. Según Mayea *et al.*, (1998), las especies del género *Rhizobium* son quimioorganotróficas y crecen mejor sobre medios complejos de 25 a 30°C, todas las cepas utilizan glucosa, galactosa, fructosa, tiamina y pentatenato de calcio. El hierro (Fe) es necesario para la síntesis de hemoproteína, este elemento es un constituyente de la leghemoglobina, se encuentra presente en la Fe-fosproteína y en la Mo-Fe proteína, componentes de la nitrogenasa, así como en la ferridoxina bacteriana. La escasez de cationes divalentes (Ca, Mg) conduce a pérdidas marcadas de viabilidad. La necesidad de trazas de cobalto (Co) en la síntesis y funcionamiento de la vitamina B12 se ha considerado como una interacción que proviene de la toxicidad de Niquel (Ni) o Cobre (Cu). La deficiencia de Zinc (Zn), tiene un efecto adverso sobre la nodulación y se observa, sobre todo, cuando hay altos niveles de fósforo. Cuando falta Molibdeno (Mo) se forman más nódulos, pero menos eficientes y su estructura se asemeja a la de los nódulos inactivos. Uno de los factores más importantes en el éxito ecológico de las plantas de la familia Fabaceae es su capacidad para interactuar con bacterias del suelo pertenecientes a los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*.

Paguara y Zuñiga (2002), encontraron que la población de bacterias mesófilas, hongos, *Rhizobium* y *Azotobacter* fueron mayores en el tratamiento con fósforo en comparación en el tratamiento sin fósforo. Las más bajas poblaciones de todos los microorganismos en estudio se observaron en los meses de mayo y julio, meses en los que se registraron las temperaturas del suelo más bajas, y las poblaciones más altas en los meses de enero y noviembre. Los pesos secos

(PST, PS trébol, PS rye grass) fueron significativamente mayores en el tratamiento con fósforo.

Gomero y Velásquez (1999), menciona que las bacterias del género *Azotobacter* viven en forma libre en el suelo y que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno Atmosférico. Cuando estas bacterias mueren se descomponen hasta nitrato, siendo en esta forma como las plantas absorben y metabolizan el nitrógeno fijado por las bacterias. Además, reportaron que los tratamientos inoculados y fertilizados con niveles bajos de abonamiento químico (30-15-00 kg/ha de NPK) y orgánico (500 kg de estiércol de ovino) presentaron valores similares al tratamiento fertilizado con abono químico nivel medio (80-80-00 kg/ha de NPK).

Schobitz (2007), cita que la fijación de nitrógeno es un fenómeno que dentro de la naturaleza corresponde al tercer proceso biológico de importancia, después de la respiración y la fotosíntesis. Las especies y sistemas que realizan este fenómeno son organismos de vida libre, como bacterias y algas verde azuladas y los sistemas simbiotes, como los rizobio-leguminosa y angiosperma actinomiceto. Además, en la FBN está presente en las asociaciones y sistemas asociativos de algas verdes-azuladas como rizósfera, filósfera y líquenes; pero difieren en cuanto a su fisiología, estructura metabólica y características genéticas. Respecto, a la relevancia de la FBN, señala que esta puede ser estimada en 175 millones de toneladas métricas por año. Esto equivale a alrededor del 70% de todo el nitrógeno fijado en la tierra cada año, con respecto al total, encontrándose en el

restante 30% a la fijación industrial como fertilizantes, fijación atmosférica como rayos, combustión y ozonización.

Cubero y Moreno (1983), señala que la asociación Rhizobium-leguminosa ha sido estudiada en particular por ser de gran importancia en el ciclo del nitrógeno y desde el punto de vista ecológico, agronómico y socioeconómico. Las altas temperaturas en condiciones de humedad afectan más a los rizobios que altas temperaturas en condiciones secas, siendo el óptimo como temperatura en climas templados unos 20°C. FAO (1983), en factores edáficos, el pH óptimo de crecimiento de los rizobios se encuentra cercano a la neutralidad, el rizobio Trifoli puede nodular entre un pH de 4.5 y 6.5, donde a pH 5.0 se optimiza su funcionamiento.

Los procesos biológicos contribuyen con el 50% de nitrógeno usado en agricultura a través de la fijación simbiótica, no simbiótica y asociativa del nitrógeno. Dentro de los organismos fijadores de vida libre la bacteria aerobia Azotobacter presente en la rizósfera merece atención. El hecho de que estas bacterias tengan la capacidad de crecer en condiciones tan variables y extremas, nos lleva a plantear el uso potencial de este microorganismo en condiciones alto andinas para un manejo sostenible de pasturas.

Los inoculantes son productos que contienen Bacterias Fijadoras de Nitrógeno (N₂) de la atmósfera con una gran efectividad a través de una asociación simbiótica con especies leguminosas principalmente. Se puede inocular con bacterias en forma directa el suelo o aplicadas sobre la semilla antes

de la siembra, el proceso de transformación enzimática se denomina Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) y es uno de los componentes críticos para la producción con altos rendimientos ya que además del agua, el nitrógeno suele ser una limitante en la producción. En las especies leguminosas por sus características se puede aprovechar su rendimiento y eficacia, bajo costo, y tienen las ventajas adicionales de no contaminar el ambiente.

Las bacterias de vida libre, notablemente *Azotobacter* y *Bejerinchia*, tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, pero las cantidades fijadas son pequeñas. La propagación de estas bacterias está relacionada estrechamente con la presencia en el medio de suficientes cantidades de Fósforo (P) y Potasio (K), siendo mayor el efecto del P, cuya escasez o ausencia puede hasta inhibir el desarrollo del cultivo. Los requerimientos de micro elementos son notables, el Molibdeno (Mo) es esencial para la mayoría de las cepas de este género, tanto cuando crecen sobre medios libres de Nitrógeno, como cuando se desarrollan sobre nitratos (Bidwell, 1979); es recomendable mezclar previamente 100kg de estiércol o tierra húmeda, con 200 g de inoculante específico. Tapar con una manta y dejar fermentar 48 a 72 horas (Zvietcovich, 2003).

Las condiciones que afectan la supervivencia y multiplicación del *rhizobium* son: a) pH, b) Materia orgánica, c) Contenido de elementos nutritivos: Calcio y Fósforo, d) humedad del suelo (INFORME CIAT, 1971-75). En los nódulos radiculares, en una simbiosis efectiva se aprecia pocos números de nódulos, distribución de preferencia en las proximidades del cuello y en las primeras raíces secundarias, nódulos grandes rosados, carnosos de diversas

formas, que al hacer un corte longitudinal o transversal se encuentra un color rosa vivo escarlata que indica la presencia de leg hemoglobina. En una simbiosis inefectiva se encuentra un gran número de nódulos pequeños, duros, esféricos, y de color blanquesino, distribuidos en todo el sistema radicular (Alien, 1957; citados por Gómez 1980).

El número, peso y densidad de los nódulos son fuertemente estimulados por el Fósforo, responsable del aumento y crecimiento de los mismos. El Azufre limita la nodulación y la fijación de nitrógeno, reduciendo el número y tamaño de los nódulos; incide en la síntesis de proteínas, es componente de ciertas vitaminas y enzimas esenciales requerido para una actividad fotosintética. La deficiencia de Magnesio produce nódulos muy pequeños inhibiendo la fijación del nitrógeno (Gómez, 1980; Mazliax, 1976; citados por Machaca, 2005). El hierro está fuertemente relacionado como constituyente de la leg hemoglobina, como también de la nitrogenasa (Informe CIAT, 1971-75).

Los parámetros del Centro Internacional de la Agricultura Tropical (CIAT), citado por Machaca (2005). Para la evaluación del número de nódulos es el siguiente:

CUADRO 3
NÚMERO DE NÓDULOS EN EL SISTEMA RADICULAR, CIAT 1971-75

CANTIDAD DE NODULOS	CODIFICACION DIFERENCIAL
De 1 a 10	Poco
De 10 a 50	Mediano
De 50 a 100	Abundante
>a 100	Muy abundante

Amadeo (2011), indica que es posible decir, ya desde la salida de la primera hoja de alfalfa o trébol, existe infección bacteriana. Para que este proceso se desarrolle velozmente el suelo debe tener de 13 a 14°C y una provisión de azufre (S), oxígeno, fósforo (P), calcio (Ca), molibdeno (Mo) y manganeso (Mn), humedad, y su acidez debe ser intermedio (pH 6). La cantidad de nitrógeno fijado está en íntima relación con el número de raíces, raicillas y pelos radiculares producidos por las leguminosas. Es por esta razón que, si las condiciones del suelo-fertilidad, aireación, nutrientes- son adecuadas, las perennes producen más nitrógeno que las anuales (la fijación de kg ha⁻¹ año: alfalfa 150-300, trébol blanco 200-250). El número de nódulos aumenta a medida que la planta evoluciona fisiológicamente llegando a su óptimo cuando se acerca la floración. Cuando los nódulos son grandes, vigorosas y tienen un color rojizo (en número y distribución restringida y situados en la proximidad del cuello y las primeras raíces secundarias), al partirlo son "fijadores"; si son blanquecinos y pequeños, distribuidos en toda la raíz, son ineficientes e improductivos.

2.11 PRINCIPALES ELEMENTOS NUTRICIONALES

Paredes (1987), los minerales que las plantas toman del suelo, contiene elementos químicos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hidrógeno, hierro, azufre, manganeso, cloro, boro y cobre. El oxígeno es tomado del aire, a través de las estomas de las hojas; en la respiración absorbe anhídrido carbónico, que es su principal fuente de carbono. El agua, es fuente de hidrógeno, oxígeno, y a su vez un vehículo para los nutrientes que son absorbidos por las

raíces, previamente disueltos; mientras que la luz solar es fundamental para la realización de la fotosíntesis.

El nitrógeno es la base en la nutrición de las plantas y uno de los componentes más importantes de la materia orgánica. Las plantas utilizan más en su forma de nitratos y en menor proporción en su forma amoniacal. El fósforo fomenta el vigor, crecimiento y desarrollo de las plantas. Los fosfatos de calcio empiezan a formarse en un pH 6 aproximadamente y su solubilidad es alta, y conforme sube más el pH va disminuyendo su solubilidad. Debemos tener presente que el fósforo di cálcico (CaHPO_4^- superfosfato calcio doble) es la única forma como las plantas fácilmente pueden aprovecharlas y éste solo existe entre pH 6.0 y 7.8; la aplicación de superfosfato triple de calcio $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ con 46 % de P_2O_5 es necesario. Potasio, en trabajos de investigación en el altiplano de Puno, no se ha reportado respuesta, posiblemente porque nuestros suelos poseen cantidades suficientes para poder abastecer a los diferentes cultivos. Calcio, tiene gran importancia en la mayoría de los suelos del departamento de Puno, cuyo pH fluctúa entre 4.0 y 6.0; como enmienda corrige la acidez del suelo y como fertilizante aporta calcio y magnesio. Además en mayor o menor grado en la asimilación de todos los elementos nutritivos, estimula o detiene el desarrollo de un número de microorganismos.

Sánchez (2011), expresa que el proceso de transporte de iones de la solución suelo hacia las raíces de la planta es extremadamente complejo e involucra dos procesos: absorción pasiva y absorción activa. En la absorción pasiva los iones son transportados por el flujo de agua del suelo a la planta debido a una gradiente de potencial hídrico, generado por la transpiración de la planta, en

este proceso son absorbidos iones como nitrato (NO_3^-) y potasio (K^+). La concentración en la raíz de unos elementos es mayor que en su alrededor; este movimiento en contra es conocido como absorción activa, en este proceso los iones son absorbidos más fácilmente o más difícilmente en presencia de otros elementos (sinergismos y antagonismos). Así, altas concentraciones de nitrato favorece la absorción de K^+ , Ca^{++} y Mg^{++} , en tanto que, de NH_4^+ favorece la absorción de H_2PO_4^- y SO_4^- y del propio NO_3^- .

Schobitz (2007), cita que el nitrógeno es el elemento más importante para todas las formas de vida. Se ha demostrado que la vía común de ingreso de nitrógeno a las plantas es a través del suelo; para ser absorbido y utilizado debe encontrarse mineralizado como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). Debido, a que se acumula principalmente en formas orgánicas en el suelo, se hace necesaria su transformación microbiana conocida como mineralización de nitrógeno.

El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), 2004 menciona que, cuando la relación C/N es inferior a 15 recién comienza la liberación de Nitrógeno soluble; en la descomposición continúa hasta el nivel estable y la relación C/N aproximadamente 10, es la que corresponde a la composición del humus. Un compuesto orgánico agregado al suelo, cuya relación C/N sea mayor a 30, es atacado por los microorganismos liberando mucho bióxido de carbono (CO_2), el cual se transforma en ácido carbónico (CO_3H_2) en la solución del suelo, inmovilizando además el Nitrógeno.

Cataño (2003), considera que, una adecuada provisión de fósforo (no limitante para el crecimiento) debiera situarse entre 15-20 ppm, tal como ocurre en Nueva Zelanda.

Espejo (1989), Al referirse sobre la absorción de nutrientes y la fertilidad del suelo, manifiesta que cada uno de los elementos desempeña un papel diferente en la nutrición vegetal. Algunos de ellos como oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, azufre son constituyentes básicos de los tejidos vegetales y se unen de diversas maneras para constituir o mejor sintetizar los compuestos orgánicos; otros los considerados cationes (Ca, Mg, K) tienen principalmente la misión de compensar la presencia de los aniones; los oligoelementos actúan como catalizadores de diversas reacciones metabólicas de las plantas. Los elementos minerales constituyen pues un mundo complejo en el que cada uno de ellos juega un papel determinado en la compleja relación suelo-planta.

El potasio en el suelo, se encuentra en solución y absorbido en la superficie del complejo arcillo-húmico contribuyendo a compensar las extracciones realizadas por plantas. Estas dos formas utilizado por las raíces, se denomina potasio cambiante o asimilable. El potasio fijado en el interior de la estructura de las arcillas, en forma no cambiante o que se libera muy lentamente a medida que el suelo se empobrece en potasio de cambio.

El calcio en el suelo, principalmente activo bajo la forma de Ca^{2+} , es un elemento esencial para las plantas, pero también un enmendante que condiciona, la eficacia del complejo arcillo-húmico en los suelos. Interviene en forma positiva sobre la estructura y su estabilidad, favoreciendo el paso del agua y del aire y la penetración radicular, pH, actividad microbiana y disponibilidad de ciertos elementos, como el potasio.

El magnesio en el suelo, se pierde cada año de 24-36 kg de magnesio por hectárea. El empleo de enmendantes conteniendo magnesio, permiten un enriquecimiento de los suelos pobres en magnesio o de mantener una dotación suficiente en los otros.

Barrientos *et al.* (1994) hacen mención que la acidez disminuye la disponibilidad de algunos macro y micronutrientes tales como: fósforo (P), Calcio (Ca), Manganeso (Mn), Boro (B), Molibdeno (Mo), Aluminio (Al) y Cobre (Cu). Las mezclas de pastos y trébol, que el boro (B) es un nutriente vital para el establecimiento, crecimiento y persistencia de las plántulas de trébol en plantación. La producción de forraje de trébol ha aumentado considerablemente en las áreas en que se agregó boro a la mezcla de fertilizante.

Silva y Acevedo (2003), Indica que la importancia de la materia orgánica radica en el aporte directo de nutrientes esenciales como Nitrógeno, Fósforo, Azufre y micronutrientes, además de aportar Carbono, esencial para estabilizar la estructura del suelo, y coloides orgánicos que aumentan sustancialmente la capacidad de intercambio catiónico. El Fósforo se encuentra en los suelos tanto en formas orgánicas, ligadas a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma como la absorben los cultivos. La solubilidad de estas formas, y por lo tanto su disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones físico químicas y biológicas, las que a su vez afectan la productividad de los suelos. Las transformaciones del Fósforo (P) entre formas orgánicas e inorgánicas están estrechamente relacionadas, dado que el Fósforo orgánico al mineralizarse repone el Fósforo de la solución.

Benzing (2001), Advierte que solamente entre 10 y 30 % del material orgánico aplicado se convierte en parte de las sustancias húmicas del suelo. Las variaciones dependen de condiciones edáficas y climáticas. El requerimiento de abono orgánico para mantener la materia orgánica del suelo aumenta con el incremento de la temperatura, humedad, labranza, el pH y el contenido de arena del suelo.

Martinez (2011), menciona que el abastecimiento adecuado de nutrientes, particularmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y la mantención de un pH del suelo adecuado son esenciales para el crecimiento vegetal. Idealmente, los nutrientes del suelo debieran estar disponibles en las cantidades adecuadas en el momento en que la planta pueda usarlos; esto implica evitar un abastecimiento excesivo.

2.12 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MEJORAMIENTO DE PRADERA

Según el Proyecto Checua (2000), el atractivo de la labranza mínima y la siembra directa no se da simplemente, por el efecto conservacionista que poseen estos sistemas; de hecho, para el productor agrícola el control de la erosión no es un factor suficientemente atractivo para adoptarlos. Frente a los sistemas de producción convencionales, los factores que pueden motivarlo para el cambio son entre otros, menor requerimiento y, antes que nada, ingresos mayores y más estables. En la mayoría de los casos, estos sistemas se caracterizan por tener menores costos de producción, mayores rendimientos, y en consecuencia los ingresos netos más altos que los obtenidos mediante sistemas de producción y manejo convencional.

Cuando se habla de producción rápidamente viene a la mente una situación de necesidades de recursos materiales, tecnológicos y financieros. Los costos de producción se refieren concretamente a los gastos efectuados en la producción de una unidad del producto (Gutiérrez, 2002). Los factores del costo de producción están formado por tres elementos básicos: La materia prima, mano de obra y gastos de producción, (Pérez, 1978, citado por Gutiérrez, 2002). Por su relación, los costos directos, se identifican plenamente con la producción sin necesidad de distribuciones arbitrarias; forman parte de éstas la materia prima y la mano de obra directa; y los costos indirectos son los que no pueden ser atribuidos directamente a la unidad de producción o que no conviene hacerlo por un grado de dificultad que representan al momento de distribuirlos o identificarse (Izquierdo, 1985 citado por Gutiérrez, 2002).

Silva y Acevedo (2003), en el análisis económico de la Cero Labranza (CL) manifiesta que son diversas las interpretaciones y los enfoques para establecer que la Cero Labranza es una técnica de producción con implicancias de desarrollo económico sostenibles, tanto en el corto como en el largo plazo. Sin lugar a dudas, cuantificar en términos monetarios los aspectos anteriormente señalados implica crear una base de supuestos y análisis de sensibilidades que, a larga, concluirían que los beneficios económicos a nivel país son indudables, pero que por el momento son evaluados cualitativamente (erodabilidad, humedad, materia orgánica, infiltración, temperatura, etc.). La base de cualquier análisis debe recaer en quienes son los partícipes y gestores de los cambios tecnológicos de la agricultura.

La Cero Labranza, en su concepción conservacionista, en el mediano y largo plazo genera sustentabilidad medio ambiental, no es lo que está en mente de los agricultores en un primer enfoque (corto plazo), por lo cual ha generado que el desarrollo de esta técnica este complementada por otras prácticas de manejo propias de cada agricultor y lugar geográfico. Sin embargo, se debe destacar que en el largo plazo, todas las prácticas agrícolas que incluyen tópicos de la Cero Labranza, terminan por incorporar los principios básicos de ésta.

Gomero y Velásquez (1999), indica que las cantidades de atmosférico fijado, por las bacterias del género *Rhizobium* son sin duda de gran importancia económica. Las experiencias demuestran que la FBN, por intermedio de la asociación leguminosa (alfalfa, trébol, frijol, arveja, lupino, etc.) y *Rhizobium*, ascienden a cifras considerables de nitrógeno fijado en el suelo (50 a 400 kg de N/ha/año), disminuyendo así el uso de fertilizantes sintéticos, contribuyendo de esta manera al equilibrio ecológico de los suelos. Diversos estudios comprueban también la efectividad de las bacterias asimbióticas, cuya aplicación, en forma de bio preparados a partir de *Azotobacter* que mejoran significativamente la producción. Las pruebas de campo han determinado incrementos en el rendimiento entre 15y 30%, y permite el ahorro entre el 12 y 20% de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

La producción de pastos y forrajes indudablemente significan costo, la alfalfa tiene un costo de S/. 0,055 por kilo de materia verde (MV). En caso de avena y de cebada, el kilo de forraje se calcula en S/.0.08 y S/. 0.09

respectivamente, y los pastos cultivados son de menos costo en relación a forrajes anuales (Cotacallapa, 2002).

Mamani (2002), en el análisis económico de las estrategias de mejoramiento de pastizales reporta una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 18-19 % asegurando que invertir con la entre siembra muestra un atractivo significativo para mejorar las praderas alto andinas. La relación entre los beneficios y los costos efectivos generados es de 1.62 presentando un período de recuperación de la inversión de 3.3 años. Asimismo, refiere que la entre siembra con una inversión de \$160,907.3 dólares para los 319.90 hectáreas (\$ 503/ha) dando un ingreso neto a la inversión de \$ 56, 673.5 dólares/año, el resultado obtenido de la diferencia entre los ingresos (\$135,420.8) y egresos (\$78,747.2), se puede recuperar la inversión inicial en 2.84 años y la relación es de 1.72. Los valores obtenidos del VAN es de \$ 441,530. 69 para el proyecto de 25 años y 20.41 de Tasa Interna de Retorno (TIR).

Catacora (2006), indica que los costos de producción, es un registro que presenta la suma de esfuerzos y recursos que fueron invertidos para obtener un producto. En los costos de producción pueden existir variaciones de acuerdo a la zona ó región, tamaño y/o volumen de producción, clase de propiedad, grado de tecnología aplicado y capacidad de gestión empresarial emprendido por el productor. El análisis económico, tiene la finalidad de determinar la utilidad o pérdida que genera la actividad, la cual servirá de base para el cálculo de rentabilidad que se obtiene, y que permitirá establecer comparaciones con los rendimientos de cualquier otro tipo de inversión.

Costos totales (CT): viene a ser la suma de los costos fijos (CF) más los costos variables (CV).

$$CT = CV + CF$$

Valor Bruto de Producción (VBP): es el valor total que se obtiene de la multiplicación de la producción por el precio de venta.

$$VBP = \text{Producción} \times \text{precio de venta.}$$

Utilidad Bruta: es la diferencia entre el valor bruto de la producción y el costo total.

$$UB = VBP - CT$$

Costos Unitarios (CU): el costo por unidad producida, se obtiene dividiendo el costo entre el rendimiento (que es el promedio de la producción obtenida por hectárea).

$$CU = CT / \text{Rendimiento}$$

Rentabilidad: si queremos saber cuánto ganamos por cada sol invertido, en el tiempo que se produce "La semilla", estamos hablando de rentabilidad, para la cual la Utilidad Bruta la dividimos entre el Costo Total; podemos expresarlo en unidades monetarias o en porcentaje; entonces la Rentabilidad (%) = $BN/CT \times 100$, y relación B/C = $\text{Ingreso}/CT$.

La vida útil mínima de la pastura de trébol blanco, es de 10 años, pudiendo continuar en producción hasta por 20 años, dependiendo del mantenimiento (fertilización) y manejo (Choque, 2002). Según, los resultados de producción en promedio son de 10 a 20 t MS ha⁻¹ por año. El costo de producción con tecnología media en fase de establecimiento, camparte 1996-97 como

mínimo fue de S/. 783.74 y máximo S/. 871.50 Nuevos Soles (Argote y Miranda, 1995).

Andia y Argote (2006), refieren que los pastos cultivados al establecimiento (inversión), es costoso, pero al dividir entre los 10 años de vida productiva, este costo resulta mucho menor que el de un cultivo de avena forrajera.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MEDIO EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación de lugar experimental

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Fundo Cantata, Sector Mercedes, comprensión del Distrito de Santiago Pupuja, Provincia de Azángaro del Departamento de Puno, en el periodo comprendido entre noviembre de 2004 a diciembre del 2005. El área de pradera nativa está a 3915 m.s.n.m. caracterizado como zona agroecológica de Puna húmeda, coordinadas UTM 367189.0500 al Este y 8338460.8300 al Norte; la ubicación se muestra Figura 26 del Anexo. La comunidad de pasturas naturales es dominada por gramíneas *Festuca dolichophyla*, asociadas con especies *Muhlenbergia fastigiata*, *Carex ecuadorica* y *Alchemilla pinnata*, principalmente; geológicamente, el área se encuentra circundado por areniscas de la formación Puno.

La actividad agrícola que predomina son cultivos de ladera, como papa, quinua, cebada, avena; además tuberosas oca, olluco y mashua. En la fisiografía

La actividad agrícola que predomina son cultivos de ladera, como papa, quinua, cebada, avena; además tuberosas oca, olluco y mashua. En la fisiografía de pampa o llanura predominan los pastos naturales, bajo un sistema de secano. Mientras que la actividad pecuaria predominante es la crianza de ovinos y camélidos andinos (llamas).

ONERN (1965), describe que pradera o Bosque Húmedo Montano (PBHM) como formación ecológica que se extiende desde la orilla del Lago Titicaca hasta la cota de 4,000 m.s.n.m., aproximadamente. Comprende íntegramente los sub tipos climáticos "A", "B", y "C" los cuales le confieren un clima benigno convirtiéndola en el centro de las principales actividades agrícolas-ganaderas del sector estudiado (prioridad I). Dentro de esta el BHM matorral corresponde íntegramente al área del sub tipo climático "A", el cual presenta las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de la agricultura. El resto de la formación está integrada en su mayor parte, por grandes pampas cubiertas de pastos naturales, ideal para la ganadería de ovinos y vacunos, reservándose para los últimos las tierras más bajas. El clima imperante en esta formación vegetal PBHM es frío, pero sin llegar a ser extremo, lo cual es una condición que favorece el mejoramiento y el buen desarrollo de los pastos naturales.

3.1.2 Características del suelo experimental

El suelo es profundo, las clases texturales de los horizontes A11 y A12 superficiales son de franco arenoso a arenoso; la estructura es granular de tamaño fino y de grado débil en la capa arable y bloques sub angulares en el sub

suelo; la consistencia en húmedo es friable a firme; presenta grava y gravilla en el perfil entre 20 y 35 %; el color dominante en húmedo es el pardo rojizo oscuro a pardo rojizo (5YR 3/2 y 5 RY 4/4) (Cuadro 3.1), la reacción en la capa arable es neutra (pH de 6.87 a 6.91), el sub suelo es fuertemente alcalino (pH 8.75); contenidos medios de materia orgánica (3.47 %) y Nitrógeno (0.17 %); y altos en Potasio (349 ppm) y Fósforo disponibles (23.29 ppm). La pendiente del terreno es plano (2 a 4 %).

CUADRO 4

CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL MODAL DEL SUELO (SERIE PUCARA) FUNDO CANCATA SECTOR MERCEDES-AZÁNGARO

Horizonte	Prof. Cm	Color Húmedo	Clase Textural	Modificador Textural	Estructura	Consistencia		CO ₃ ^a
						H	M	
A11	0-20	5 YR 3/2	FA	Gr 20 %	Gf1	fr	la, lp	-
**A12	20-45	5 YR 3/2 (50 %) 5 YR 4/4 (50 %)	A	Gr 15 %	Gf1	mfr	na, np	-
(B)	45-70	5 YR 3/1 (60 %) 2.5 YR 3/0 (40 %)	F	Gr 10 %	BSm2	fm	ap	++
C*	70-95	5 YR 3/1	*AF-FA	Gr 35 %	M	mfm	la lp	-
Ab	95+ 120	5 YR 2.5/1	F	-	Gfm2	fr	ap	-

*Presencia de grava angulosa y sub redondeada 35 %

**Moteado rojo amarillento por la presencia de mal drenaje que indica óxidos de hierro. Gr = Grava angulosa, Gf1= granular fina débil, BS m2= Bloques

sub angulares, medias y débiles, fm2=Granular fina y media, moderada, H = húmedo, M = mojado, fr = friable, fm = firme, mfr = muy friable, CO₃= = Carbonatos, ++ = presencia de carbonatos, c = límite entre horizontes claro, g = límite entre horizontes gradual.

La determinación de las características del suelo se hizo a través de la apertura de una calicata, tomándose las muestras de los horizontes del suelo; así, como los muestreos de suelos para el análisis de caracterización físico químico y de fertilidad en las unidades experimentales de los Bloques I, II, III y analizados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (Cuadro 4, 5, 6).

Dentro de este amplio grupo, se tienen suelos de características incipientes del proceso de gleización (aparición del moteado y reducción del hierro), otros ocupando una etapa avanzada en la manifestación de los caracteres gleicos y finalmente, cuerpos edáficos fuertemente hidromorfos (de características degradadas).

En general, estos suelos pueden ser clasificados como Gley Húmicos Andinos o integrados a este gran grupo edafogénico.

CUADRO 5

**ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS DE
CANCATA-AZÁNGARO 2005**

COMPONENTES	Horizonte A11	Horizonte A12	Horizonte (B)	Horizonte C	Horizonte Ab
Ph	6.87	6.91	9.85	6.6	6.65
CE. e dS/m	0.34	0.33	0.31	0.41	0.28
M.O. %	3.47	2.08	1.48	0,94	2.41
N %	0.17	0.1	0.08	0.09	0.1
P ppm	23.29	13.45	13.45	10.86	14.47
K ppm	349	175	271	2.72	2.95
CO ₃ %	0	0	0	0	0
CIC me/100 g	15.22	14.12	13.25	14.42	13.64
Ca me/100 g	10.32	9.26	9.65	10.21	11.56
Mg me/100 g	3.25	3.24	3.16	3.17	3.28
Na me/100 g	0.25	0.2	0.17	0.18	0.19
K me/100 g	0.16	0.15	0.14	0.15	0.16
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS					
COMPONENTES	% ARENA	% ARCILLA	% LIMO	CLASE TEXTURAL	
Horizonte A1 1	71.19	10.00	18.81	Franco arenosa	
Horizonte A1 2	61.08	10.20	28.72	Franco arenosa	
Horizonte (B)	55.36	16.51	28.13	Franco arenosa	
Horizonte C	53.30	16.50	30.20	Franco	
Horizonte Ab	51.24	20.30	28.46	Franco arcillo arenosa	

CUADRO 6

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE CAPA ARABLE DEL SUELO ANTES DE LA INCORPORACIÓN DE TRÉBOL BLANCO Y ABONOS ORGÁNICOS, CANCATA-AZÁNGARO 2005

COMPONENTES	Bloque I	Bloque II	Bloque III	
Ph	6.56	6.86	6.72	
CEe dS/m	0.35	0.34	0.31	
M.O. %	3.52	3.68	3.65	
N %	0.18	0.21	0.19	
Pppm	22	27.04	24.29	
K ppm	352	357	360	
CO ₃ %	0	0	0	
CIC me/100g	15.25	16.25	15.62	
Ca me/100g	10.51	9.77	9.91	
Mg me/100g	3.15	3.21	3.24	
Na me/100g	0,25	0.26	0.26	
Kme/100g	0.15	0.13	0.14	
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS				
BLOQUES	% ARENA	% ARCILLA	% LIMO	CLASE TEXTURAL
Bloque I	61.20	10.50	28.30	Franco arenosa
Bloque II	62.51	10.46	27.03	Franco arenosa
Bloque III	61.42	10.56	28.02	Franco arenosa

CE =conductividad eléctrica del extracto de saturación, M.O=materia orgánica, P=Fósforo disponible, K= Potasio disponible, CIC= Capacidad de intercambio catiónico, Ca= Calcio cambiante, Mg=Magnesio cambiante, Na=Sodio cambiante, K=Potasio cambiante, N=Nitrógeno total, dS/m= deciSiemens por metro, me = miliequivalente, CO₃= Carbonatos.

ONERN (1965), refiere que topográficamente, los terrenos que comprende esta formación PBHM presentan declives dominantes de fisonomía suave o plana,

en aquellas áreas ubicadas sobre las extensas y monótonas pampas altiplánicas que matizan la geomorfología del sector estudiado. Las planicies extensas que tipifican a esta formación se encuentran conformadas por depósitos lacustres y rellenos pluviales jóvenes de naturaleza y espesores variados. Es sedimentos, bajo la acción del clima y del factor drenaje, han dado origen a numerosos cuerpos edáficos de características y morfologías diferentes (zonales, intrazonales y azonales). Coexistiendo con los suelos climatogénicos, se encuentran grupos edáficos de características intrazonales, es decir modificados por factores locales, tales como las condiciones especiales del material madre y el relieve depresionado (drenaje desfavorable). El modificador hidromórfico ha generado numerosos suelos que se han desarrollado bajo condiciones de exceso de humedad.

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1 Pastizal nativa “chilliguar”

Huisa (1996), clasifica en base a las especies dominantes e indica que la vegetación “chilliguar” (*Festuca dolichophylla*) es una pradera graminoide de buen potencial en tierras de escasa pendiente, pH neutro y suelos francos a franco-arcillosos. Con la incorporación de riego suplementario, multiplica significativamente el rendimiento de forraje. La fitomasa forrajera de esta comunidad vegetal es dominada por la gramínea *Festuca dolichophylla*, especie pratense apetecida por el ganado, de características forrajeras sobresalientes.

Otras especies presentes en el “chilliguar” y de gran valor forrajero son: el “Chiji” (*Muhlenbergia fastigiata*); “sillo sillo” (*Alchemilla pinnata*) y “layu” (*Trifolium amabile*). (Franco, 2005).

El Fundo Cancata del distrito de Santiago de Pupuja, provincia de Azángaro, departamento de Puno, es de características muy similares, de buen potencial en tierras, pendiente ligeramente inclinada, pH neutro y suelos francos a franco-arcillosos, la fitomasa forrajera de esta comunidad vegetal es dominada por la gramínea *Festuca dolichophylla*, especie pratense apetecida por el ganado, pradera de condición regular con un porcentaje de 64 % de especies deseables.

3.2.2 Semilla de trébol blanco (*Trifolium repens*)

Se utilizó semillas de trébol blanco, de la variedad Huia, que según Choque, 2002 se puede sembrar bajo riego desde 3000 m.s.n.m. hasta los 4000 m.s.n.m. en las zonas agroecológicas de Quechua, Suni y Puna húmeda,

resistente a las temperaturas bajas y ampliamente difundidas en la sierra sur del país. La semilla de trébol variedad Huia, fue proporcionada por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) Puno-Estación Experimental Illpa (EE Illpa), Área de pastos y forrajes, aplicándose la misma densidad en todos los tratamientos, con 80 % de poder germinativo.

3.2.3 Inoculante

Se utilizó como inoculante el producto comercial Rhizolam en la dosis de 200g/10 kilos de semilla; recomendada para los cultivos de alfalfa y trébol, indicado como producto natural 100 % ecológico con cepas de fosfobacterias solubilizadoras de Fósforo y micronutrientes del suelo.

Según Paredes (1987), las leguminosas deben ser inoculadas antes de ser sembradas para asegurar la formación de nódulos y como consecuencia la fijación de nitrógeno, tener leguminosas con alto contenido de proteína; así como para proveer nitrógeno adicional a las otras especies (Huss, et al, 1986).

3.2.4 Abonos orgánicos

Se denomina abono orgánico, a toda sustancia de origen animal o mixto que se añade al suelo, con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas (Shoning y Wichmann, 1990). Existen diversas fuentes como estiércoles, compost, humus de lombriz, bioabonos, abonos verdes; los cuales varían en su composición química (Guerrero, 1993 y Mamani, 1996).

3.2.4.1 Azotolam

Según Zvietcovich (2003), es un biofertilizante, en base al cultivo de Azotobacterias, fijadores de Nitrógeno y solubilizadores de Fósforo y micronutrientes del suelo, son cultivos puros de *Azotobacter chroococum* en un soporte inerte, turba estéril. Se usó en la cantidad de seis bolsas de 250 gramos por hectárea, mezclada con 300 kilos de tierra húmeda, reposada 24 horas bajo sombra (1500 g ha^{-1}), recomendadas por el productor Z-Vicor (Zvietcovich, 2003).

3.2.4.2 Excreta de lombriz

Denominado humus de lombriz a los excrementos de las lombrices, que son seres vivos especializados en transformar residuos orgánicos; abono de mejor calidad que tiene su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; procedió del Instituto Superior Ayaviri del Centro de Producción Tucullí, el substrato para la elaboración fue en base de estiércol de ovino y residuos de vegetales naturales (Cuadro 7). Se aplicó en la cantidad referida por Guerrero (1,993), de un kilogramo de humus por 5m^2 para cualquier tipo de suelo (2 t ha^{-1}).

CUADRO 7
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ABONOS

Abonos orgánicos	pH	C.E.e dS/m	M.O. %	N %	P %	K %
Azotolam	Biofertilizante, comercializado por Z-Vicor de Arequipa.					
Excreta lombriz	7.57	3.09	45.67	1.15	0.92	1.06
Estiércol D. ovino	9.21	5.35	76.23	1.25	0.72	0.87

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4.3 Estiércol descompuesto de ovino

Flores (1992), indica que el estiércol tiene mucha importancia como fuente de nutrientes y materia orgánica, que en muchas partes del mundo usan exclusivamente para conservar y mejorar la fertilidad del suelo Flores (1999), sugiere que en aquellos casos en donde no se dispone de fertilizantes se debe usar estiércol fermentado a razón de 3000 a 5000 kg ha⁻¹ después de un pastoreo corto o intenso. En el experimento, se empleó estiércol de ovino descompuesto durante 60 días en la cantidad de 3 t ha⁻¹; procedió del mismo lugar fundo Cancata del sector Mercedes.

3.2.5 Materiales y equipos

3.2.5.1 Materiales de campo

Se usó pico, pala, piquillo, palos de eucalipto, malla de alambre, estacas de fierro, cordel y tubitos de aluminio.

3.2.5.2 Estructura de Puntos

Según FAO (1996), denominado también Armazón de puntos, provee datos confiables para analizar diferentes tipos de vegetación. Actualmente, los puntos usados en el muestreo de vegetación son hechos de agujas de diferentes tamaños y grosores, aunque todos son puntiagudos, aún tienen cierto grosor. Mientras más gruesa sea la aguja o punto, mayor será la sobre estimación de la cubierta vegetal; tiene 10 puntos, colocadas a una distancia aproximada de 5 cm cada uno. La estructura puede estar colocada en forma vertical o inclinada en un ángulo de 45 grados. Se recomienda usar un solo tipo de aguja para evitar el sesgo en las diferentes observaciones Farfan y Durant (1998). Se utilizó, el equipo de Estructura de Puntos de la E.E. Illpa del área de pastos y forrajes.

3.2.5.3 Materiales y equipos de laboratorio

Se acudió al uso de los materiales y equipos de los laboratorios de suelos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNA Puno) y el laboratorio de Pastos y Forrajes del Instituto Nacional de Investigación Agraria Puno (INIA Puno)-Estación Experimental Illpa (EE Illpa); para los análisis de suelos, y la determinación de composición florística y producción de forraje respectivamente.

3.3 FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

3.3.1 Factor A: Labranza conservacionista para siembra de trébol blanco (*Trifolium repen*).

a₁: Sistema de siembra sin labranza mínima (siembra directa).

a₂: Sistema de siembra con labranza mínima.

3.3.2 Factor B: Incorporación de abonos orgánicos

b₀: Sin abono (testigo)

b₁: Azotolam (1.5 Kg de Azotolam mezclados en 300 kg de tierra húmeda ha⁻¹), Biofertilizante comercializado por Z-Vicor de Arequipa.

b₂: Excreta de lombriz (2 t ha⁻¹), referida por Guerrero (1,993).

b₃: Estiércol de ovino descompuesto (3 t ha⁻¹), sugerida por Flores (1999).

CUADRO 8
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

No.	Tratamientos	Código
1	Sin labranza y sin abono	a ₁ b ₀
2	Sin labranza y con Azotolam	a ₁ b ₁
3	Sin labranza y con excreta de lombriz	a ₁ b ₂
4	Sin labranza y con estiércol descompuesto de ovino	a ₁ b ₃
5	Con labranza mínima y sin abono	a ₂ b ₀
6	Con labranza mínima y con Azotolam	a ₂ b ₁
7	Con labranza mínima y con excreta de lombriz	a ₂ b ₂
8	Con labranza mínima y con estiércol descompuesto	a ₂ b ₃

3.4 VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES

3.4.1 Variables dependientes

- Composición florística inicial y final (%)
- Disponibilidad de forraje verde y materia seca (kg/32 m²y kg ha⁻¹).

- Costos de producción y análisis económico: relación de Beneficio/Costo (B/C)

3.4.2 Variables independientes

- Humedad y temperatura del suelo
- Contenido de N, P, K, Ca, Mg, materia orgánica, humedad y temperatura del suelo y nodulación del trébol blanco.

3.4.3 Observaciones realizadas

- a) Épocas de evaluación:
 - Inicio de evaluación (24-11-04)
 - Periodo de lluvias (13-04-2005)
 - Periodo de estiaje (06-12-2005)
- b) Precipitación pluvial.
- c) Temperatura del ambiente

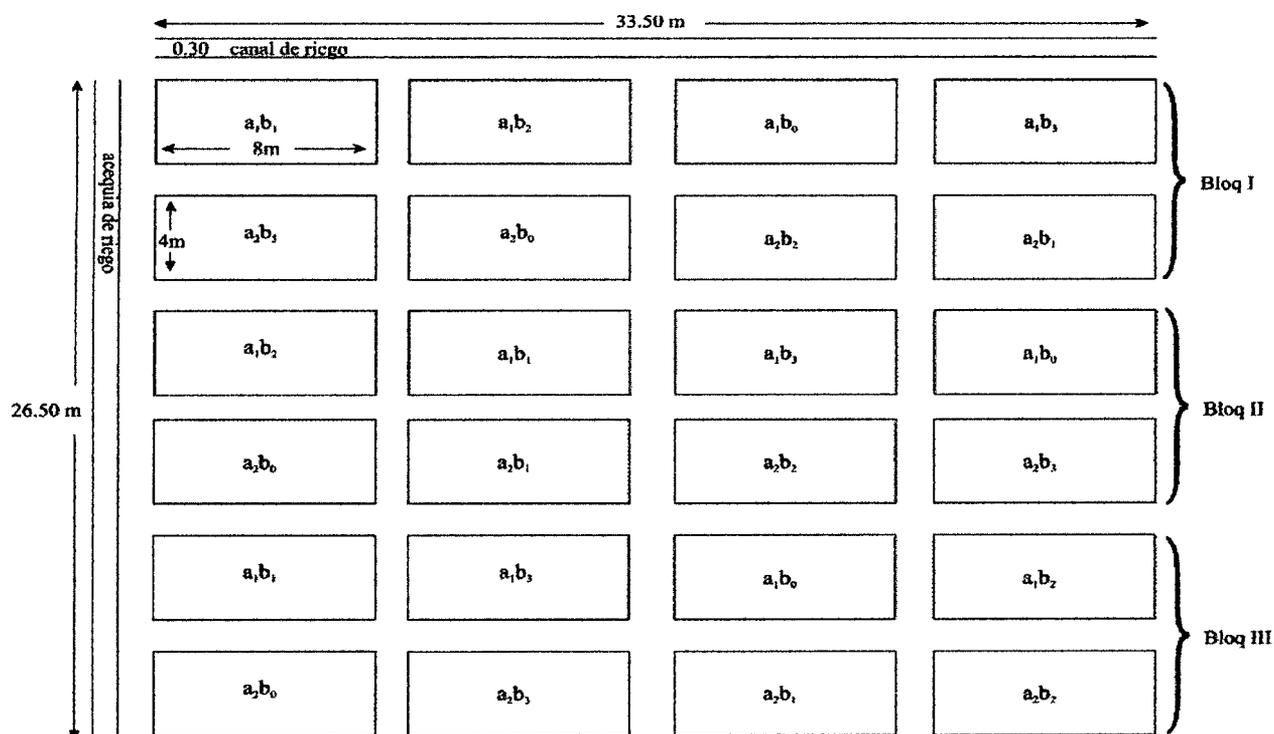


FIGURA 1. CROQUIS ALEATORIZADO DE TRATAMIENTOS

Número de observaciones: 2labranzas*4abonos* 3bloques = 24

3.4.3.1 Dimensiones del campo experimental

Largo del campo: 33.50 m
 Ancho de campo: 26.50 m
 Área del campo: 887.75m²

3.4.3.2 Bloques

Número de bloque: 3

3.4.3.3 Dimensiones de las parcelas

Longitud de parcela:	8.00 m
Ancho de parcela:	4.00 m
Área de parcela:	32.00 m ²
Número de parcelas:	24

3.5 ESTRATEGÍA OPERATIVA Y TOMA DE DATOS

3.5.1 Elección de pradera nativa “chilliguar” en Cancata

Se coordinó con el personal especialista del área de pastos y forrajes del INIA Puno-EE Illpa y con el propietario del fundo Cancata, sector Mercedes del distrito de Santiago de Pupuja, provincia de Azángaro. Eligiéndose, la comunidad de pradera natural chilliguar, dominada por las gramíneas *Festuca dolichophylla*; que según, Ruiz y Tapia, 1987 son pastizales generalmente de zonas planas con suelos profundos y con dominancia de especies como *Festuca dolichophylla* (Chillihua); *Muhlenbergia fastigiata* (Grama o Chiji) y otras especies menores como *Hypochoeris taraxacoides* (Pilli); corresponde al clima semi seco y frío o Sub tipo climático B, cuya temperatura promedio anual oscila entre 13°C y 6°C y una precipitación promedio anual de 760 mm, comprendida entre 3,950 y 4,000 m.s.n.m. de altitud ONERN (1965).



FIGURA 2. PRADERA “CHILLIGUAR” CANCATA AZÁNGARO 2004

El perímetro del área experimental fue marcado, cercado con postes de eucalipto y malla de alambre, con el propósito de evitar los daños por los animales, a su vez se han estacado los bloques y las unidades experimentales.

3.5.2 Descripción morfológica y muestreo de suelo

La descripción morfológica del perfil del suelo se realizó con el fin de caracterizar y clasificar el suelo experimental, se hizo mediante apertura de una calicata de 1 m de ancho x 2 m de largo y 1.50 m de profundidad, se han identificado los horizontes y en cada horizonte se obtuvo una muestra para el análisis de caracterización.

También, se realizó un muestreo de suelos al azar en cada bloque para efectuar el análisis de la fertilidad inicial de los suelos (Bloques I, II, III). Los análisis se efectuaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

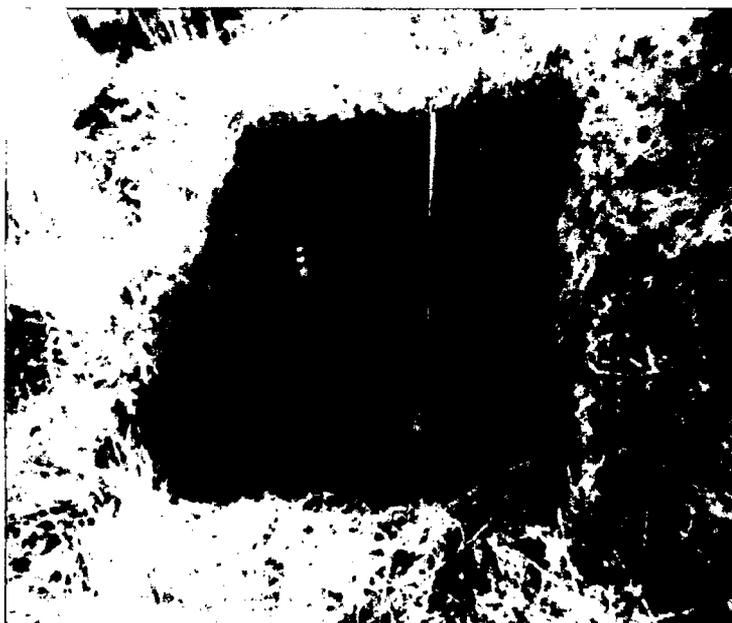


FIGURA 3. CALICATA, CANCATA AZÁNGARO 2004

3.5.3 Siembra de trébol blanco

Se realizó en parcelas con labranza mínima, en forma de pequeñas áreas escardadas o labradas con un piquillo superficialmente en forma de hoyos con profundidad de 3 cm, distanciados a 50 cm entre hoyos; mientras que en las parcelas sin labranza no se disturbó el suelo. Las siembras bajo césped, se refieren a la siembra en cobertura; en líneas o distanciados de 15 a 30 centímetros y a una profundidad de 1.5 centímetros; el trébol se puede sembrar solo o asociado con 3 kg ha⁻¹ (Hober 1984; Languer 1981); mientras Miranda *et al.*, (2003

indican que la siembra se realiza a golpe colocando las semillas en el hoyo ó a chorro continuo siguiendo la dirección de las líneas.

Las semillas fueron sembradas, previamente inoculados con producto comercial Rhizolam (200 g/10 kg de semilla), recomendada para los cultivos de alfalfa y trébol, antes de 24 horas de la siembra. La inoculación, consistió en mezclar con 10 cm³ de agua y adherente azúcar rubia 4.5 gramos, disuelto y se mezclado con la semilla de trébol blanco; luego se oreó bajo sombra, un día anterior a la siembra. Paredes (1987), indica que la inoculación es el acto por el cual las bacterias nitrificantes se ponen en contacto directo con las semillas de las leguminosas.

La siembra en el sistema sin labranza, consistió en siembra sin remoción del suelo y se derramó la semilla al voleo en forma manual, con una densidad de 6.5 g/32m²; Según Studdert (2001), labranza mínima es el mínimo laboreo indispensable para lograr una correcta implantación del cultivo. El caso más extremo de labranza mínima es la siembra directa o labranza cero.

La siembra en el sistema con labranza, consistió en siembra por golpe en hoyos (áreas escardadas), con la misma densidad de 6.5 g/32m², también en forma manual, tapando las semillas ligeramente.



FIGURA 4. SIEMBRA EN HOYOS, CANCATA-AZÁNGARO 2004

3.5.4 Aplicación de abonos orgánicos

Se utilizó los abonos orgánicos: el Azotolam, excreta de lombriz y el estiércol descompuesto de ovino.



FIGURA 5. ABONOS ORGÁNICOS, CANCATA-AZÁNAGARO 2004

3.5.4.1 Azotolam

Se usó en la cantidad y el procedimiento recomendado de 150 g ha^{-1} , mezclada con 300 kilos de tierra húmeda, reposada bajo sombra 24 horas antes de su abonamiento. En las parcelas sin labranza se aplicó al voleo manualmente, y en parcelas con labranza mínima se aplicó por golpes en cada hoyo.



FIGURA 6. SIEMBRA CON LABRANZA Y ABONO AZOTOLAM, CANCATA-AZÁNGARO 2004

3.5.4.2 Excreta de lombriz

Se abonó con la cantidad de 2 t ha^{-1} . El abonamiento se realizó al voleo en las parcelas sin labranza y por golpes en hoyos en las parcelas con labranza mínima.

3.5.4.3 Estiércol descompuesto de ovino

Se empleó estiércol descompuesto de ovino, descompuesto durante 60 días a humedad de capacidad de campo en el fundo Cancata. El abonamiento, se realizó al voleo en las parcelas sin labranza y por golpes en hoyos en las parcelas con labranza mínima, en una cantidad de 3 t ha^{-1} ; así como Miranda, 1995 indica que el abonamiento se realiza después de cada pastoreo, aplicando 3 t ha^{-1} de estiércol, al voleo esparciendo por toda la superficie.



FIGURA 7. SIEMBRA SIN LABRANZA Y ABONO ESTIÉRCOL DESCOMPUESTO DE OVINO, CANACATA 2004

CUADRO 9
CANTIDADES DE ABONO ORGÁNICO POR TRATAMIENTO

Abono orgánico	Cantidad g/32 m ²
Azotolam	965
Excreta de lombriz	6,400
Estiércol descompuesto de ovino	9,600

Fuente: Elaboración propia.

3.6 RIEGOS

Se han efectuado riegos en la época seca o estiaje, en el período comprendido entre los meses de mayo-agosto, cada 8 días, con la finalidad de mantener la humedad necesaria en el suelo y garantizar el rebrote; para lo cual se acondicionó canales de riego y drenaje en un principio. El suministro fue de una fuente de agua permanente con caudal de aproximadamente de 2 litros/segundo que también se usaba para abrevadero; de manera similar Miranda, 1995 indica que el riego consiste en dotar de agua necesaria a la vegetación para favorecer la germinación, crecimiento y desarrollo a partir del mes de mayo con disponibilidad de un litro por segundo.

3.7 EVALUACIÓN DE VARIABLES: TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El procesamiento y análisis de datos se realizó a través de los siguientes pasos:

- Recopilación de datos en registros y la elaboración de base de datos en hoja de cálculo EXCEL para la transferencia al SAS WINDOWS.
- Análisis de Datos para el diseño y análisis mediante el paquete estadístico SAS para Windows.
- Interpretación de la información estadística obtenida.

El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar tres repeticiones y conducidos en un diseño de tratamientos de Parcelas Divididas, donde las parcelas fueron constituidos por los sistemas de labranza y en las sub parcelas se distribuyeron los abonos orgánicos (Zea, 1995).

A. Modelo aditivo lineal

$$Y_{(ij)k} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \beta_j + \delta_{(i)k} + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{(ij)k}$$

Donde:

$Y_{(ij)k}$ = Variable de respuesta

μ = Media general

ρ_k = Efecto de bloques

α_i = Efecto del nivel i del factor α

$\delta_{(i)k}$ = Efecto asociado con el error (a)

β_j = Efecto del nivel j del factor β

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los niveles i y j de los factores α y β ,
respectivamente

$\varepsilon_{(ij)k}$ = Efecto asociado con el error (b)

B. Transformación de datos

Los valores expresados en porcentaje, como es el caso del contenido de humedad del suelo, materia orgánica y nitrógeno total, se han transformado en valores angulares Arcoseno, para realizar el análisis de variancia.

C. Análisis de variancia

El análisis de variancia para el presente experimento se realizó de la siguiente manera:

CUADRO 10
ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL EXPERIMENTO

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	$r-1=3-1 = 2$
Factor A (Sistemas de labranza)	$a-1=2-1 = 1$
Error a	$(a-1)(r-1)=(2-1) (3-1) = 2$
Factor B (Abonos orgánicos)	$b-1=4-1 = 3$
Interacción A X B	$(a-1)(b-1)=(2-1) (4-1) = 3$
Error b	$a(r-1)(b-1)=2(3-1)(4-1) = 12$
Total	$ab r- 1 = (2)(4)(3)-1 = 23$

3.7.1 Determinación de composición florística y producción de forraje

La determinación de la composición florística, consistió en que el operador ubica el instrumento "Estructura de Puntos", en forma diagonal, guiándose a través de un cordel de algodón sujetas en sus extremos en estacas de fierro. Se tomaron 100 lecturas o toques, y se registró los mismos en un formato de Transección

Líneal, por tratamientos y unidades experimentales; se contabilizó las especies deseables, poco deseables e indeseables y expresadas en términos porcentuales. La determinación de composición florística, se hizo inicialmente en el mes de noviembre (24-11-04), primera evaluación; en época lluviosa en el mes de abril (13-04-05), segunda evaluación; y en época seca en el mes de diciembre (06-12-05), tercera evaluación; siguiendo la misma secuencia en las tres épocas de evaluación.

FAO (1996); Farfan y Durant (1998), indican que el “punto cuadrático” es un instrumento consistente en un soporte generalmente de madera (caballete) que sostiene agujas rígidas y finas (tipo tejedor) separadas convenientemente, las cuales se deslizan de arriba hacia abajo, sobre la vegetación y “tocan” las especies que forman el pastizal.



FIGURA 8. LECTURA CON ESTRUCTURA DE PUNTOS EN LA DETERMINACIÓN DE COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

3.7.2 Evaluación de producción de forraje verde y seca

Para calcular la producción de materia verde y seca en la pradera, se realizó con el instrumento denominado el “cuadro” o marcorectangular de $\frac{1}{2}$ m² (1.0 m x 0.5 m); sugeridas por FAO (1996); Farfan y Durant (1998), en las asociaciones de pastos de crecimiento alto (*Festuca dolichophylla*, *Festuca orthophylla*, *Calamagrostis eminens*). Huerta (2001), cita que la composición florística es la abundancia relativa de especies dominantes y sub dominantes encontradas en un sitio. Sólo se considera las especies perennes, se obtienen del censo de la vegetación, sin considerar la roca, piedra, pavimento de erosión y suelo desnudo.

Consistió en el lanzado a la azar del marco, también en forma diagonal, recogiendo tres muestras por tratamientos y bloques debidamente identificadas en bolsas de polietileno, cortándose a la vegetación que se encontró dentro del marco al ras del suelo con una segadera y en forma manual, con ayuda de tres jornaleros; posteriormente se clasificó en gramíneas, graminoides, hierbas y leguminosas (trébol blanco); luego fueron pesados para calcular la materia verde; de éstas sub muestras fueron también pesadas y colocadas en bolsas de papel y secadas en estufa, a 60 °C, pesándose también en una balanza de 0.01 g de precisión, para la determinación de la materia seca en g/32 m² y luego convertidos en kg ha⁻¹; trabajos realizados en el Laboratorio de Pastos y Forrajes del INIA Puno- EE Ilpa.

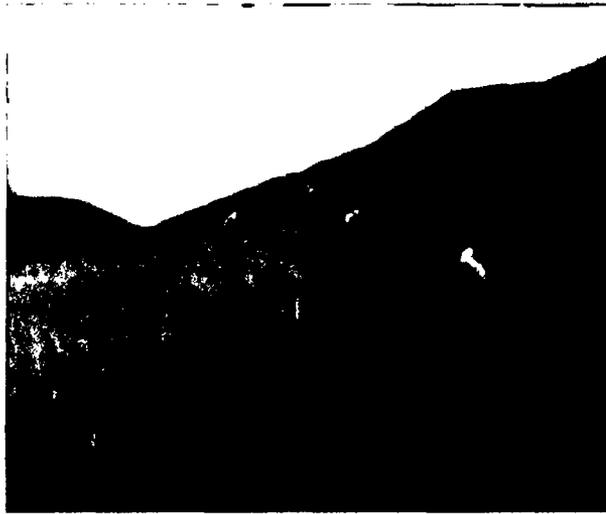


FIGURA 9. CORTE DE VEGETACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA, CANCATA 2005



FIGURA 10. PROCEOS PARA EVALUACIÓN DE FORRAJE VERDE Y SECO

3.7.3 Determinación de la humedad y temperatura del suelo

Para las determinaciones de % humedad gravimétrica de los suelos, se muestrearon mensualmente en cada unidad experimental, a 15 cm de profundidad, y luego fueron secados en estufa a 105 °C, en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Según Beck y Ellenberg citado por Tapia y Flores (1984), indica que la temperatura es uno de los más importantes variables climáticas, responsables de las condiciones de calor y frío. Las temperaturas óptimas para el crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras varían ampliamente, de acuerdo a los pisos ecológicos, condiciones físicas del suelo, condiciones fisiológicas de la planta y grado de adaptación a regímenes de temperaturas; y Cubero y Moreno (1983), señala que la temperatura del aire ejerce menos influencia en la nodulación que la temperatura del suelo, donde la temperatura ambiental está más relacionada con el crecimiento del vegetal.

Mientras, que las temperaturas se tomaron mediante lecturas directas, por medio de un geotermómetro y a través de pequeños tubos de aluminio de 15 centímetros de longitud por 1.5 milímetros de diámetro, instalados en cada de las unidades experimentales, con tapones de madera y pintadas de color blanco para facilitarlas su ubicación y lecturas; desde el mes de diciembre del año 2004 hasta el mes de diciembre del año 2005, en el horario de 7.30, cada 24 días/ mes.

3.7.4 Determinación del contenido de nutrientes en el suelo antes y al final del experimento

La evaluación de materia orgánica y los elementos esenciales Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), en las diferentes unidades experimentales, se realizó a través muestreos al inicio, en el mes de noviembre del 2004, y al final del experimento el 6-12-2005, y los análisis de

fertilidad se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

El abastecimiento adecuado de nutrientes, particularmente Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y la mantención de un pH del suelo adecuado son esenciales para el crecimiento vegetal.

3.8 Nódulos del trébol blanco (*Trifolium repens*)

Se muestreó cinco plantas de trébol blanco por Unidad experimental, contándose los nódulos con ayuda de un Estereoscopio. Cubero y Moreno (1983), señala que Simbiosis es la relación existente entre leguminosas y rizobios, simbiosis de mutuo beneficio; la bacteria fija nitrógeno atmosférico, intercambiándolo con la planta por compuestos carbonados y electrones; se evidencia físicamente a través de la formación de nódulos radicales, que corresponde a crecimientos tumorales en las raíces los que contienen bacterias fijadoras de nitrógeno.

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

Según Gutierrez (2002), los costos de producción se refieren concretamente a los gastos efectuados en la producción de una unidad del producto. Los factores del costo de producción están formado por la materia prima, mano de obra y gastos de fabricación o producción (Perez, 1978). Por su

relación, los costos directos, se identifican plenamente con la producción sin necesidad de distribuciones arbitrarias; forman parte de ésta la materia prima y la mano de obra directa; y los costos indirectos son los que no pueden ser atribuidos directamente a la unidad de producción o que no conviene hacerlo por un grado de dificultad que representan al momento de distribuirlos o identificarse (Izquierdo, 1985).

Catacora (2006), indica que el análisis económico, tiene la finalidad de determinar la utilidad o pérdida que genera la actividad, la cual servirá de base para el cálculo de rentabilidad que se obtiene, y que permitirá establecer comparaciones con los rendimientos de cualquier otro tipo de inversión.

Costos totales (CT):

$$CT = CV + CF$$

CV: Costos variables

CF: Costos fijos

Valor Bruto de Producción (VBP):

$$VBP = \text{Producción} \times \text{precio de venta.}$$

Rentabilidad (R) es cuánto se gana por cada sol invertido. La relación Beneficio/costo es la Utilidad Bruta dividida entre el Costo Total; podemos expresarlo en unidades monetarias o en porcentaje.

El análisis económico, se hizo en base a la producción de forraje verde y la relación beneficio/costo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y CAMBIOS EN LA PRADERA NATURAL

4.1.1 Composición florística inicial de pradera natural chilliguar antes del establecimiento de trébol blanco y la incorporación de abonos orgánicos

En la pradera natural chilliguar (*Festuca dolichophylla*) inicial, antes de la siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) y los abonamientos; en composición florística estuvo constituido por especies deseables, poco deseables, no deseables, mantillo/musgo y suelo desnudo; mostró en la composición florística, en mayor porcentaje de especies deseables (64.30 %), poco deseables (11.74 %), las especies no deseables fueron menor porcentaje (1.77 %), también se presentó suelo desnudo en magnitudes mínimas de 7 %; el pastizal fue de condición regular (Zegarra, 1999), tal como se puede observar en el Cuadro 11 y 52 del Anexo.

CUADRO 11

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EVALUACION INICIAL (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" ANTES DE LA SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO E INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS, CANCATA MERCEDES 2004

Especies deseables	Especies poco deseables	Especies no deseables	Mantillo/m usgo	Suelo desnudo	Total
64.30	11.74	1.77	15.20	7.00	100.00

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

Dentro de las diez especies deseables, se presentaron en mayor porcentaje *Carex ecuadorica* (21 %), *Festuca dolichophylla* (16 %), *Muhlenbergia fastigiata* (12 %) y *Eleocharis albibracteata* (6%); mientras que de las siete especies poco deseables fueron *Scirpus rigidus* (2 %), *Calamagrostis curvula*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Geranium sessiflorum* en porcentajes de 1%.

4.1.2 Composición florística con trébol blanco y abonamientos en época lluviosa

La evaluación de composición florística al término de la época lluviosa, después del desarrollo de trébol blanco (*Trifolium repens*) durante cuatro meses desde la siembra y los abonamientos orgánicos, en la pradera natural Chilliguar parcela "sin labranza" se observó un buen establecimiento en todos los tratamientos (Cuadro 12; Cuadro 53 del Anexo), sobre todo destacando con el

abonamiento estiércol descompuesto con 95 % de especies deseables (09 especies) y dentro de ellas destacan, *Trifolium repens* (34 %), *Festuca dolichophylla* (26 %), *Muhlenbergia fastigiata* (13 %), *Alchimilla pinnata* (7 %) ; sin embargo, no siempre fue exclusivo tal efecto de abonamientos orgánicos porque el tratamiento sin abonamiento con 88 % en especies deseables ocupa el segundo lugar, dentro de los que aporta *Trifolium repens* (24 %), *Festuca dolichophylla* (15 %), *Muhlenbergia fastigiata* (14 %), *Poa horridola* (12 %), *Alchimilla pinnata* y (6 %) *Carex ecuadorica*.

Por las ventajas que ofreció el estiércol en el aporte de nutrientes, retención de humedad, incremento en la actividad biológica y aumento de productividad del suelo concordante con Espejo (1989); Guerrero (1993); Mamani (1996); Benzing (2001). Así como por la rusticidad del trébol blanco asociado a vegetación natural y su rápida propagación aumentando la cobertura vegetal como indican Choque (2002); Miranda, *et al.*, (2003); y por el porcentaje importante de *Trifolium repens* dentro de las especies deseables; contenido medio de materia orgánica y alto contenido de Fósforo y Potasio del suelo experimental; confirmándose el éxito logrado por el IVITA en Marangani-La Raya con entre siembras de esquejes en diferentes tipos de suelos, en zonas adyacentes a los bofedales húmedos reportados por Farfan y Durant (1998). Se producen incrementos porcentuales en especies deseables y aparecen el *Trifolium repens* y *Alchimilla pinnata*.

CUADRO 12

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL “CHILLIGUAR” CON TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA PARCELA “SIN LABRANZA”, CANCATA ABRIL 2005

Tratamientos	Especies deseables	Especies poco deseables	Especies no deseables	Mantillo/musgo	Suelo desnudo	Total
Azotolam sin labranza (a1b1)	82.00	13.33	0.00	4.67	0.00	100.00
Excreta de lombriz sin labranza (a1b2)	82.01	10.00	2.01	6.00	0.60	100.00
Estiércol descompuesto de ovino (a1b3)	95.33	4.00	0.00	0.67	0.00	100.00
Sin abono y sin labranza (a1b0)	88.67	9.00	0.00	2.00	0.00	100.00

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

En cambio, en las parcelas sembradas con trébol blanco-abonamientos “con labranza” mínima (Cuadro 4.3; A26) se observa que fueron favorables en el tratamiento con Azotolam (90%), estiércol descompuesto de ovino (76%) con respecto a los de siembra sin labranza; la siembra sin abono mantiene con 88 % de influencia en las especies deseables, pero se logró cubrir el área que corresponde al suelo desnudo. De las ocho especies deseables destacaron la *Festuca dolichophylla* (20 %), *Trifolium repens* (17 %), *Poa horridola* (17 %), *Muhlenbergia fastigiata* (15 %), *Carex ecuadorica* (10 %), *Eleocharis albibracteata* (8 %); según Studdert (2011), labranza mínima crea condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas en forma similar al del sistema sin labranza, aumentando el almacenamiento de agua por el sistema de siembra en hoyos; Zvietcovich (2003), resalta que el Azotolam es un producto

“Fosfobacteria” que solubiliza el fósforo mineralizado del suelo y proporciona a las plantas Nitrógeno, Fósforo, micronutrientes y compuestos estimulantes del crecimiento vegetal; y por sus características e influencias del trébol blanco en la vegetación natural, efectos de los abonamientos que producen incrementos porcentuales en especies deseables y aparecen el *Trifolium repens* y *Poa horridola*, entre otros de menor importancia.

En época lluviosa, se logró mejorar el pastizal en parcela “sin labranza” en 31 % con estiércol descompuesto, y 26 % en parcela “con labranza” con el Azotolam; así como se cubrió el área que corresponde al suelo desnudo; pasando la condición del pastizal chilliguar de regular a buena, según Zegarra (1999) en la clasificación de condición de los pastizales.

CUADRO 13

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL “CHILLIGUAR” CON TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA PARCELA “CON LABRANZA”, CANCATA ABRIL 2005

Tratamientos	Especies deseables	Especies poco deseables	Especies no deseables	Mantillo/musgo	Suelo desnudo	Total
Azotolam sin labranza (a2b1)	90.00	7.33	0.00	3.33	0.00	100.00
Excreta de lombriz sin labranza (a2b2)	79.67	16.68	1.33	2.00	0.67	100.00
Estiércol descompuesto de ovino (a2b3)	76.33	20.00	1.67	2.67	0.00	100.00
Sin abono y sin labranza (a2b0)	88.67	6.67	2.00	2.67	0.00	100.00

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

4.1.3 Composición florística con trébol blanco y abonos en época seca al año de evaluación

La evaluación del establecimiento del trébol blanco (*Trifolium repens*) con abonamientos, a los doce meses (Diciembre) se muestra en el Cuadro 4.4 y A27; y corresponde a la mensuración de la época seca que comprende los meses de mayo a diciembre. En la parcela "sin labranza", el abonamiento con estiércol descompuesto de ovino y Azotolam incrementaron el porcentaje de especies deseables en 79 % y 78 % respectivamente; al respecto, Benzing (2001), indica que la aplicación del estiércol puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo; y el Instituto de Defensa del medio Ambiente IDEMA (2002); Zvietcovich (2003) resaltan del Azotolam como producto en base a las bacterias del género "Azotobacter" que son estimuladores y reguladores de crecimiento, fijadores de nitrógeno (Fosfobacterias), que solubilizan el Fósforo mineralizado del suelo y proporcionan a las plantas Nitrógeno, Fósforo y micronutrientes. Mientras, el excreta de lombriz disminuyó de 82% a 76.7 % en comparación época de lluvia, por la disminución de humedad a pesar del riego, y por consiguiente poca solubilización de micronutrientes y disminución de la actividad microbiana IDEMA (2002); Callañaupa (1994) cita también de excreta de lombriz que posee altísima carga microbiana con característica de fertilizante biológico.

CUADRO 14

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" CON SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACIÓN ÉPOCA SECA PARCELA "SIN LABRANZA" CANCATA 2005

Tratamientos	Especies deseables	Especies poco deseables	Especies no deseables	Mantillo/musgo	Suelo desnudo	Total
Azotolam sin labranza (a1b1)	78.00	4.68	0.33	7.34	9.67	100.00
Excreta de lombriz sin labranza (a1b2)	76.67	3.01	0.00	11.34	9.00	100.00
Estiércol descompuesto de ovino (a1b3)	79.34	2.00	0.00	13.67	5.00	100.00
Sin abono y sin labranza (a1b0)	76.00	1.33	0.00	13.33	9.00	100.00

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

La siembra de trébol sin abonamiento, disminuye su influencia en la composición de especies deseables con respecto a la época anterior de 88.7 % a 76 %, con disminución de frecuencia de *Trifolium repens*, *Carex ecuadorica*, *Festuca dolichophylla*, *Muhlebergia fastigiata* y *Poa horridola*; se observa también que se ha reducido las especies poco deseables, pero a expensa de la aparición de áreas desnudas del suelo (9%), por influencia de la temperatura que fue en época de 7 °C y corroborado por Florez *et al.* (1992) que el enfriamiento se acentúa, apareciendo núcleos fríos de 2 °C en la zona sur.

En cambio en las parcelas con labranza mínima (Cuadro 15; Cuadro 56 del Anexo), el porcentaje de de especies deseables fue mayor en el testigo (82 %), además, por el contenido medio de materia orgánica y alto contenido de Fósforo y Potasio del suelo; con el abonamiento excreta de lombriz 76%, estiércol descompuesto 70.3 % y Azotolam 69.7 % son similares, como indica Choque

(2002), que en conversión de materiales energéticos y proteicos dependen fundamentalmente de las características del suelo y son significativamente influenciados por sus propiedades físicas y biológicas; por su fisiología, características e influencias del trébol blanco (*Trifolium repens*) en la vegetación natural.

CUADRO 15

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA (%) DE PRADERA NATURAL "CHILLIGUAR" CON SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO Y ABONAMIENTOS ORGÁNICOS, EVALUACION ÉPOCA SECA PARCELA "CON LABRANZA" CANCATA 2005

Tratamientos	Especies deseables	Especies poco deseables	Especies no deseables	Mantillo/musgo	Suelo desnudo	Total
Azotolam sin labranza (a2b1)	69.70	5.00	0.00	18.00	7.00	100.00
Excreta de lombriz sin labranza (a2b2)	76.00	0.33	0.00	14.70	8.70	100.00
Estiércol descompuesto de ovino (a2b3)	70.33	4.34	1.00	13.70	10.33	100.00
Sin abono y sin labranza (a2b0)	82.33	6.66	0.00	8.33	3.00	100.00

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

En la composición florística, relacionada a la producción forrajera en el período de evaluación, lluviosa y seca; permite afirmar que el trébol blanco y los abonamientos tienen efectos positivos, ofreciendo grandes posibilidades de contribución bajo la modalidad de siembra directa en pradera chilliguar (*Festuca dolichophylla*), con o sin abonamiento en los suelos con contenido medio de materia orgánica, alto en Fósforo y Potasio por las exigencias nutricionales del trébol blanco; reportó también Argote y Limache, 2002 que el rendimiento de MS

sobresalió el tratamiento chilligua+ trébol+ fertilizante (50-80-00 kg ha⁻¹) debido a la gramínea nativa, *Festuca dolichophylla* que fue favorecida por el aporte nitrogenado del fertilizante y la leguminosa *Trifolium repens*. La condición del pastizal "chilliguar" se mantiene buena por el porcentaje mayor a 75 % de especies deseables, tal como señala Zegarra (1999) mientras el porcentaje de plantas deseables sea mayor, su condición también será mejor; por ello la condición de un sitio puede ser excelente, buena, regular o pobre.

4.2 PRODUCCIÓN FORRAJERA

4.2.1 Producción de materia verde y seca en la pradera chilliguar mejorada

Los efectos de labranzas y abonos sobre el rendimiento de forraje verde que se relaciona con la composición florística, se observa en el Cuadro 34 del Anexo; allí los tipos de labranza (LAB) y la interacción labranzas por abonamiento (LAB*ABO) difieren o son significativos al nivel de $p \leq 0.05$. El coeficiente de variabilidad (24.97 %) indica que el experimento está dentro de la confiabilidad requerida para un experimento de campo (Calzada, 1965); que garantiza todo los análisis siguientes del estudio.

La diferencia en rendimiento de forraje verde, en siembra de trébol y abonamientos en parcela "sin labranza" (a1, con 5.39 t ha⁻¹) difiere estadísticamente ($p \leq 0.05$) a la de siembra con labranza (a2, con 4.65 t ha⁻¹), siendo la diferencia cerca a una tonelada por hectárea. Esta diferencia es bien notoria en las épocas de evaluación, como se observa en la Figura 11. En la segunda época de evaluación (Abril) se obtuvo alrededor de 8.21 t ha⁻¹ en parcela sin labranza (a1) contra 6.94 t ha⁻¹ en las parcelas con labranza (a2); esta

magnitud de diferencia también se aprecia en la tercera época de evaluación (Diciembre) o época seca; debido a que en las siembras “sin labranza”, la vegetación natural no fue disturbada; conforme cita proyecto Checua (2000) que, en áreas de labranza mínima y siembra directa, el incremento de materia orgánica tiene varios efectos positivos en el suelo, aumenta la retención de agua, la estabilidad de los agregados y la importancia de menor pérdida de carbono en forma de CO₂. La labranza mínima también mantiene la fertilidad biológica, crea condiciones adecuadas para la germinación y el crecimiento de las plantas.

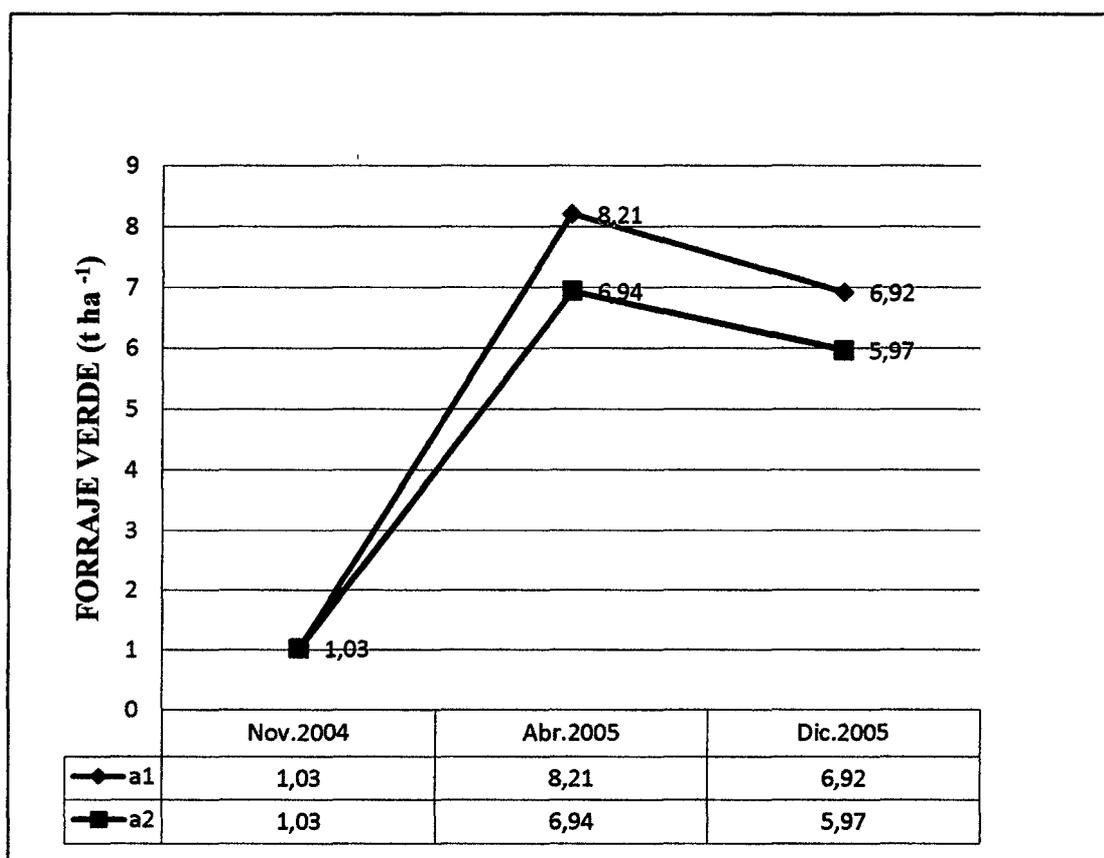


FIGURA 11. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (t ha⁻¹) SEGÚN ÉPOCAS DE EVALUACIÓN Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA-AZÁNGARO 2004-2005

CUADRO 16

**RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE DE PRADERA CHILLIGUAR
SEGÚN ÉPOCAS DE EVALUACIÓN, CANCATA 2004-2005**

Epocas de evaluación	kg FV/32 m2	t FV ha ⁻¹
Lluviosa (abril)	24.24 a	7.58
Seca (diciembre)	20.62 b	6.44
Inicial (noviembre)	3.31 c	1.03

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

La diferencia entre las distintas épocas de evaluación, y su orden de méritos se encuentra en el Cuadro 16, allí en la segunda época de evaluación (13-04-2005) que corresponde al final de la época de lluvias, difiere y supera ampliamente a la tercera época de evaluación (16-12-2005) que representa al periodo de estiaje.

CUADRO 17

**RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (kg ha⁻¹) DE PRADERA CHILLIGUAR
POR TRATAMIENTO Y ÉPOCAS DE EVALUACIÓN, CANCATA 2004-2005**

Trat./MV (kg ha ⁻¹)	Primera Evaluacion (24-11-04)	Segunda Evaluacion (13-04-05)	Tercera Evaluacion (06-12-05)	Total MV (kg ha ⁻¹)
	Materia verde (kg ha ⁻¹)	Materia verde (kg ha ⁻¹)	Materia verde (kg ha ⁻¹)	
a1b0	1.04	10.51	7.33	6.29
a1b1	1.10	6.80	7.65	5.18
a1b2	1.10	6.77	5.37	4.41
a1b3	0.89	8.76	7.34	5.66
	1.03	8.21	6.92	5.39
a2b0	1.14	4.52	6.83	4.16
a2b1	0.98	8.91	6.20	5.36
a2b2	0.99	7.47	4.45	4.30
ab3	1.01	6.87	5.72	4.53
	1.03	6.94	5.80	4.59
	1.03	7.58	6.36	4.99

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

Es decir, la mayor producción de forraje total se obtuvo en la segunda época de evaluación (Abril), Cuadro 17 por ser esta época el que corresponde a la campaña agrícola, donde el clima es favorable (temperatura media de 13 °C) para la producción de forraje verde; en cambio la época de estiaje, período de dormancia (temperatura media 7 °C). Así, como por la disminución de las frecuencias de *Trifolium repens*, *Carex ecuadorica*, *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Poa horridola*, a pesar de aplicarse riego. Astorga, 1979, citado por Tapia y Flores, 1984 menciona que algunas áreas planas acumulan humedad y en la época de lluvia aparecen especies como el “quemillo” (*Eleocharis albibracteata*). Paredes, 1987, en una sistematización de trabajos sobre la introducción de leguminosas en la región Puno, concluye que el más alto rendimiento de biomasa verde fue en pasto nativo mejorado con trébol blanco (*Trifolium repens*) y que en siembras directas el establecimiento tarda 2 a 3 años; pero también, reportó el rendimiento de materia verde (MV) de trébol blanco en Cara Cara-Manco Capac 1975-76 sin fertilización de 2,857 kg MV ha⁻¹, que es inferior; según Bidwell (1979) el trébol blanco es muy afectada por la cantidad de materia orgánica.

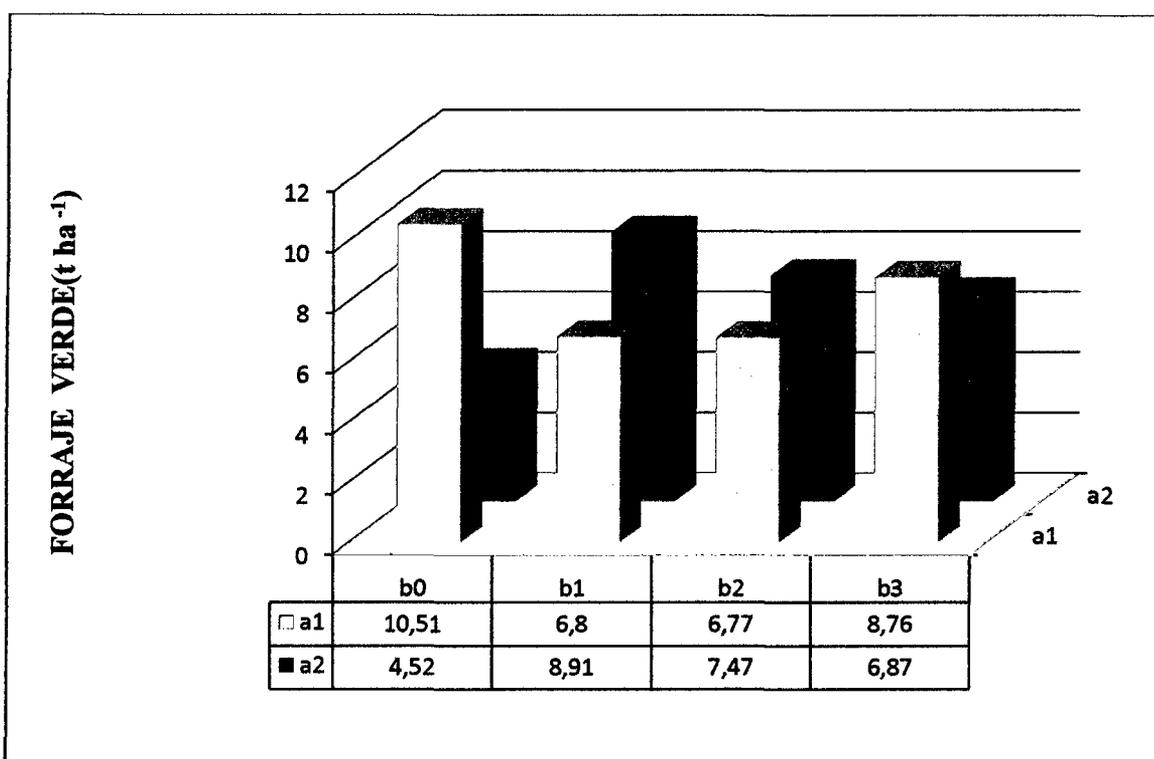


FIGURA 12. RENDIMIENTO DE FORRAJE SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

La interacción significativa de abonos por tipos de labranza se observa en la Figura 12, donde el azotolam (b1 con 8.91 t ha^{-1}) y excreta de lombriz (b2 con 7.47 t ha^{-1}) rinden mejor en parcelas con labranza (a2) de materia verde; mientras que sin abono (b0 con 10.51 t ha^{-1}) y estiércol descompuesto (b3 con 8.76 t ha^{-1}) obtienen rendimientos superiores en materia verde en las parcelas sin labranza (a1). Esto quiere decir también, que los tréboles se han establecido en todas las unidades experimentales con una tendencia de respuesta a los abonos, por ser ambas prácticas de siembra similares Proyecto Checua (2000); Larcher (1981); Agronoticias (1991), por el suelo fértil con contenido medio de materia orgánica, alto de Fósforo y Potasio como expresa Sánchez (2011) que, las altas

concentraciones de nitrato favorece la absorción de K^+ , Ca^{++} y Mg^{++} , de NH_4^+ favorece la absorción de $H_2PO_4^-$ y SO_4^- y del propio NO_3^- . El establecimiento de trébol blanco mejoró el pastizal "chilliguar" de regular a bueno, por el mayor porcentaje de especies deseables y disponibilidad de forraje. La incorporación del estiércol aportó nutrientes, incremento en la retención de humedad y la actividad biológica. El trébol blanco (*Trifolium repens*) se desarrolla con éxito en diferentes tipos de suelo como expresa Paredes (1987) y Flores (2001) recomienda entresembrar en suelos fértiles; Dumont (2011), indica también, que el trébol blanco presenta una gran plasticidad y capacidad de adaptación a diferentes manejos, su contribución en la pradera debe ser por un lado, un buen aporte en nitrógeno y por otro, un efecto positivo en producción animal.

CUADRO 18

RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO DE PRADERA CHILLIGUAR SEGÚN ÉPOCAS DE EVALUACIÓN CANCATA 2004-2005

Epocas de evaluación	kg FS/32 m ²	t FS ha ⁻¹
Lluviosa (abril)	11.83 b	3.65
Seca (diciembre)	12.63 a	4.03
Inicial (noviembre)	2.32 c	0.73

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

CUADRO 19

RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO (kg ha⁻¹) DE PRADERA CHILLIGUAR POR TRATAMIENTO Y ÉPOCAS DE EVALUACIÓN, CANCATA 2004-2005

Trat./MS (kg ha ⁻¹)	Primera Evaluación (24-11-04) Materia seco (kg ha ⁻¹)	Segunda Evaluación (13-04-05) Materia seco (kg ha ⁻¹)	Tercera Evaluación (06-12-05) Materia seco (kg ha ⁻¹)	Total MS (kg ha ⁻¹)
a1b0	0,69	5,72	5,3	3,90
a1b1	0,84	3,34	3,93	2,70
a1b2	0,79	3,37	3,98	2,71
a1b3	0,58	3,39	5,14	3,04
	0,73	3,96	4,59	3,09
a2b0	0,82	2,22	2,65	1,90
a2b1	0,71	4,34	3,18	2,74
a2b2	0,68	3,71	4,41	2,93
a2b3	0,70	3,09	3,65	2,48
	0,73	3,34	3,47	2,51
	0,73	3,65	4,03	2,80

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

El análisis de varianza de la producción de materia seca total se presenta en el Cuadro 35 del anexo, sin significación estadística para tipos de labranza e interacción entre tipos de labranza y abonos (LAB*ABO). Las diferencias entre tipos de labranza en producción de materia seca es muy similar que en forraje verde (Cuadro 19), es decir, existe mayor producción de materia seca en parcela "sin labranza" (a1) que en la parcela "con labranza" (a2), pero aquí existe mayor diferencia en la evaluación de Diciembre, como puede verse en la Figura 13, por la vegetación de la pradera chilliguar asociado con el trébol blanco (*Trifolium repens*); los efectos en LAB*ABO sin abono rindió 5.51 t MS ha⁻¹ y estiércol descompuesto 4.27 t MS ha⁻¹ en la parcela "sin labranza" y en la parcela con

labranza excreta de lombriz $4.06 \text{ t}_{\text{MS}} \text{ ha}^{-1}$ y estiércol descompuesto $3.37 \text{ t MS ha}^{-1}$, han mejorado el pastizal "chilliguar"; que se corrobora con Choque (1975) que, la vegetación actúa como un indicador, así donde predominan *Muhlebergia fastigiata*, *Festuca dolichophylla*, *Carex ecuadorica*, *Hypochoeris spp.* y *Juncus balticus*, los suelos presentan una topografía llana, buena profundidad y una textura media, por lo que las especies presentan buen vigor y una buena densidad; ONERN (1965) estima que la biomasa producida por esta vegetación chilliguar sería entre 5 a 6 T.M. de materia seca por temporada; Paredes (1987) reporta producciones similares en la Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) Churura de $3.84 \text{ t MS ha}^{-1}$ sin fertilización y con Superfosfato triple 4.01 t ha^{-1} ; según Tapia y Flores (1984), las temperaturas óptimas para el crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras varían ampliamente, de acuerdo a los pisos ecológicos, condiciones físicas del suelo, condiciones fisiológicas de la planta y grado de adaptación a regímenes de temperaturas; Ruiz y Tapia (1987) citan que la producción primaria de los pastizales andinos está en función de la distribución de la precipitación pluvial y la temperatura durante el año; debido a la estacionalidad de lluvias y condiciones de temperatura y humedad del suelo, los pastizales tienen un período definido de crecimiento, así como un período de descanso en la época seca ocasionando que la producción forrajera siga una curva de crecimiento concentrada en seis o siete meses del año.

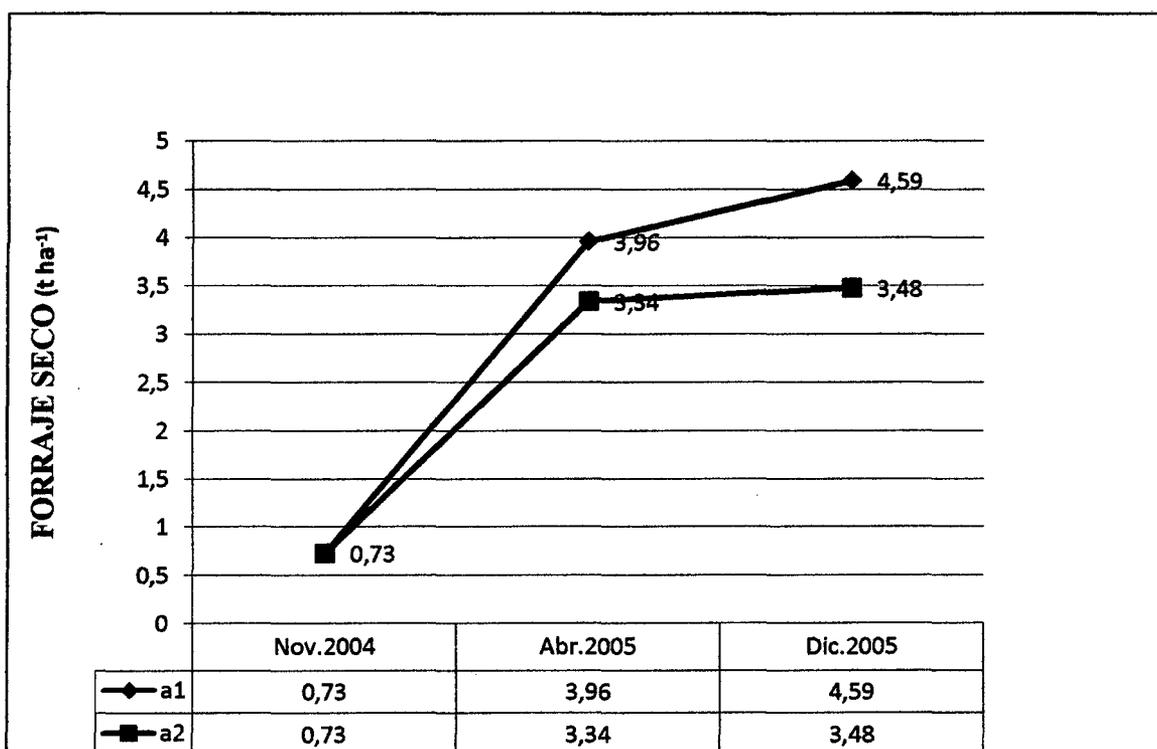


FIGURA 13. RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO ($t\ ha^{-1}$) SEGÚN LAS ÉPOCAS DE EVALUACIÓN Y TIPOS DE LABARANZA, CANCATA 2004-2005

Con respecto a las épocas de evaluación se observa en el Cuadro 18, donde la época de evaluación (diciembre) tiene un mayor rendimiento de materia seca, aunque estadísticamente similar a la época de evaluación del mes de abril. La interacción entre tipos de labranza y abonos (LAB*ABO), Figura 14; la siembra en parcela "sin labranza" (a1) de $3.96\ kg\ MS\ ha^{-1}$, incorporando el abono estiércol descompuesto (b3) de $3.39\ kg\ MS\ ha^{-1}$ y sin abono (b0) de $5.7\ kg\ MS\ ha^{-1}$ expresan mayores rendimientos de forraje seco; mientras que "con labranza" (a2) de $3.34\ kg\ MS\ ha^{-1}$, los abonos Azotolam (b1) de $4.34\ kg\ MS\ ha^{-1}$ y excreta de lombriz (b2) de $3.71\ kg\ MS\ ha^{-1}$ muestran mayores rendimientos; por el

establecimiento de trébol blanco en todas las unidades experimentales con una tendencia de respuesta a los abonos y por ser ambas prácticas de siembra similares Proyecto Checua (2000); Larcher (1977); Agronoticias (1991). El Proyecto Conservación de la Biodiversidad (2001), reporta el rendimiento forrajero de 1,613.07 kg MS ha⁻¹ en época de lluvia, en el distrito de Pizacoma, disponibilidad forrajera promedio en bofedales durante la época seca de 1,809.4 kg MS ha⁻¹ en la zona agroecológica de puna seca, oferta forrajera de 620 a 1,161 kg MS ha⁻¹ en pastizales de la Raya (Santa Rosa) ubicado en puna húmeda, producción forrajera de 1,436 kg MS ha⁻¹ en pajonales y 2,217 kg MS ha⁻¹ en ladera, que son inferiores; lo que expresa la variabilidad de suelos y el clima en el altiplano puneño; también, coincide con Paredes (1987) y Miranda (1995),

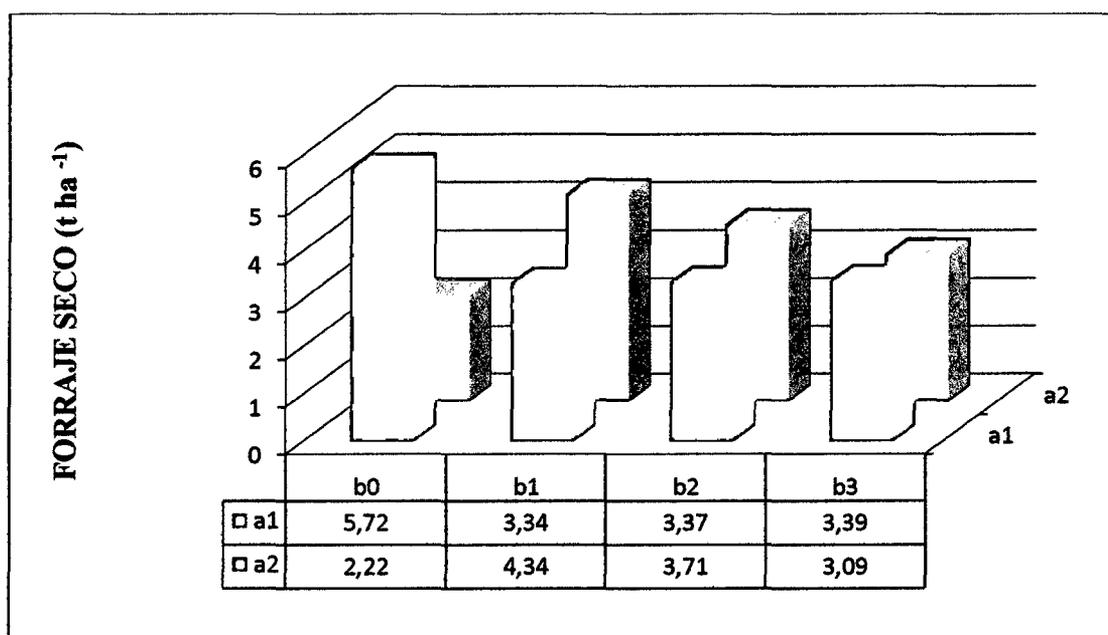


FIGURA 14. RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABARANZA, CANCATA 2004-2005

quienes indican que el trébol blanco es importante por ser una leguminosa mejoradora de praderas y de la calidad de forraje. Además, se debió como señala Proyecto Checua (2000) que la cobertura permanente o casi permanente del suelo permite un uso eficiente del agua en épocas de precipitaciones, mínima liberación de carbono en forma de CO₂ a partir de porciones de vegetación, características edafológicas del suelo, abonos orgánicos y la influencia de la vegetación "chilliguar" como también señalan Paredes (1987); Farfan y Durant (1998). Zvietcovich (2002), al referirse al Azotolam indican que posee ventajas en la producción de hormonas que favorecen la solubilización del Fósforo y la materia orgánica.

4.3 CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL SUELO

Para el estudio de aporte de nutrientes al suelo por los distintos abonos orgánicos utilizados, se analizaron de prioridad los datos concernientes a materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

4.3.1 Materia orgánica

El análisis de variancia de materia orgánica se encuentra en el Cuadro 42 del anexo, en ella se observa que para la fuente de variación abonos la prueba estadística es altamente significativo ($p \leq 0.01$), es decir, existe por lo menos un abono diferente del resto.

CUADRO 20
PRUEBA DE DUNCAN PARA MATERIA ORGÁNICA SEGÚN LOS ABONOS
ÓRGANICOS INVESTIGADOS, CANCATA 2004-2005

Abonos	M. O. (%)	Interpretación	p≤0.01
Estiércol descompuesto	4.41	alto	a
Excreta de lombriz	4.21	alto	a
Azotolam	3.53	medio	b
Sin abono	3.42	medio	b

Fuente: Resultado del trabajo de investigación

El Cuadro 20 y el Figura 15, expresan similitud entre los abonos, donde el estiércol descompuesto (b3 con 4.4 %) es la que supera a los otros abonos, aunque estadísticamente similar a la excreta de lombriz (b2 con 4.2 %). En sistema de labranza son muy similares (a1 con 3.90 % y a2 con 3.89 %) la diferencia no es significativa estadísticamente y no hay suficientes argumentos para afirmar que existe interacción entre abonos y tipos de labranza; por ser ambos sistemas similares y también los abonos, contenido medio de materia orgánica y alto contenido de Fósforo y Potasio del suelo experimental; lo que coincide con Larcher (1977), que la materia orgánica es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en funciones agrícolas como en sus funciones ambientales y biológicas.

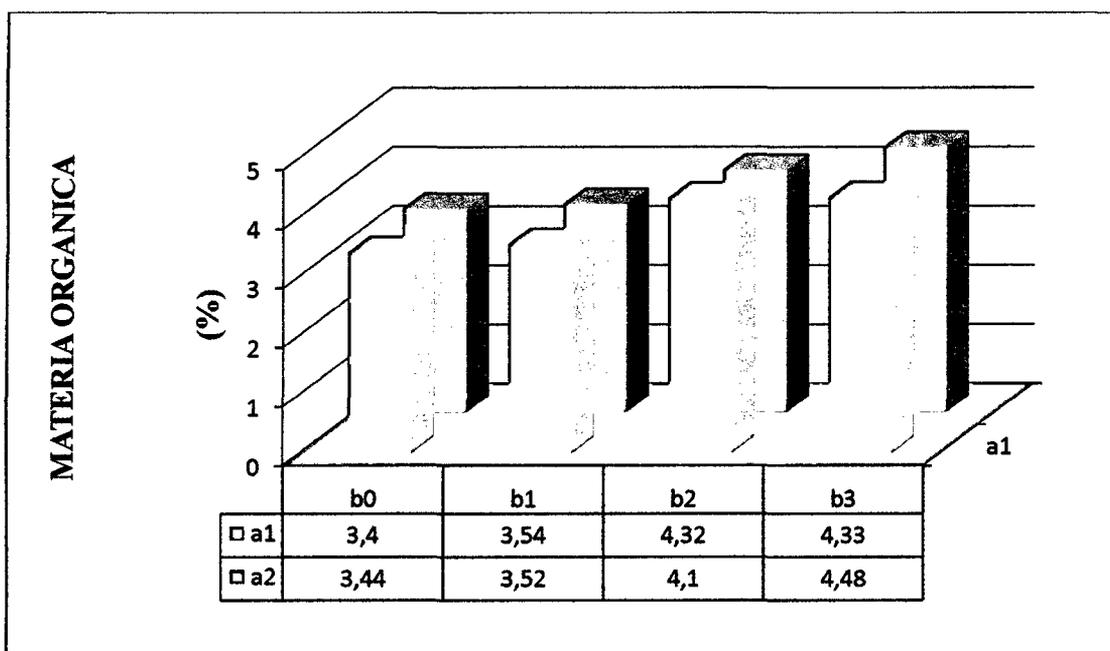


FIGURA 15. COMPORTAMIENTO DE MATERIA ÓRGANICA SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

4.3.2 Nitrógeno

El análisis de variancia de Nitrógeno se encuentra en el Cuadro 41 del anexo, en ella se observa que para la fuente de variación abonos una prueba estadística F altamente significativo ($p \leq 0.01$), es decir, existe por lo menos un abono diferente en contenido de Nitrógeno del resto, con una alta confiabilidad de 3.06 %.

CUADRO 21
PRUEBA DE DUNCAN PARA NITRÓGENO (%) SEGÚN LOS ABONOS
ORGÁNICOS

Abonos	Nitrógeno (%)	Interpretación	p≤0.01
Estiércol descompuesto	3.03	alto	a
Excreta de lombriz	2.81	alto	a
Azotolam	2.65	medio	b
Sin abono	2.24	medio	b

El Cuadro 21 y el Figura 16, expresan las diferencias que existen entre los abonos, donde el estiércol descompuesto (b3) con 3 %) es la que supera a los otros abonos, aunque estadísticamente similar a la excreta de lombriz (b2) con 2.8 %). En labranza reflejan similitud (a1) de 2.65 % y (a2) de 2.72 %; la diferencia no es significativa estadísticamente y no hay suficientes argumentos para afirmar que existe interacción en el contenido de Nitrógeno y tipos de labranza; por las condiciones de los tratamientos, Schobitz (2007), ha demostrado que la vía común de ingreso de nitrógeno a las plantas es a través del suelo, para ser absorbido y utilizado debe encontrarse mineralizado como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+); además, Gomero y Velásquez (1999), expresan que el incremento de la cobertura vegetal protege el suelo, aporta materia orgánica y mejora el contenido de Nitrógeno del suelo.

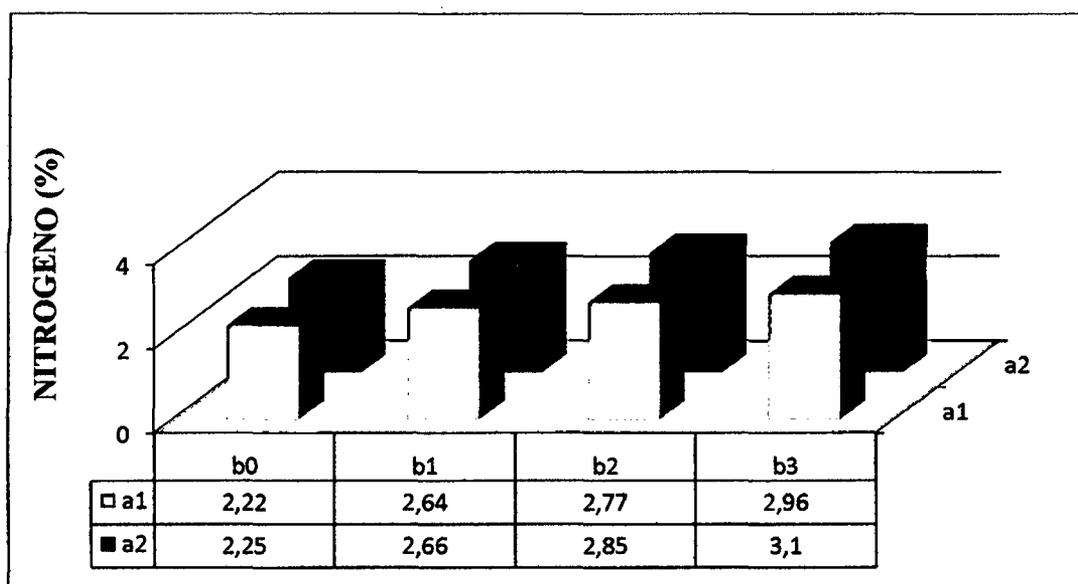


FIGURA 16. COMPORTAMIENTO DE NITRÓGENO SEGÚN LOS ABONOS ÓRGANICOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

4.3.3 Fósforo

Respecto al comportamiento del contenido de Fósforo en el suelo, se observa en el Cuadro 42 del anexo. El componente tipos de labranza presenta estadística F significativa ($p \leq 0.05$) y abonos una estadística F de alta significación ($p \leq 0.01$), indicando que por lo menos uno de los factores es diferentes del resto, con un coeficiente de variabilidad altamente confiable de 1.97 %.

La diferencia entre tipos de labranza aparentemente es pequeña, pero esa diferencia que favorece a la siembra con labranza mínima (a2 con 24.14 ppm) con respecto a la de siembra sin labranza (a1 con 23.33 ppm), indica que con buen manejo de abonos se puede incrementar el contenido de Fósforo en el suelo para que sea aprovechada por las plantas; como menciona Paredes (1987) es probable que el Fósforo sea asimilable en mayor grado cuando el pH está comprendido entre 6.0 y 7.8; el Fósforo se encuentra en los suelos tanto en formas orgánicas,

ligadas a la materia orgánica como inorgánicas, que es la forma como la absorben los cultivos; Cataño (2003), también cita que, una adecuada provisión de fósforo debiera situarse entre 15-20 ppm, tal como ocurre en Nueva Zelanda, la disponibilidad para las plantas está condicionada por reacciones físico químicas y biológicas. Las transformaciones del Fósforo (P) entre formas orgánicas e inorgánicas están estrechamente relacionadas, dado que el Fósforo orgánico al mineralizarse repone el Fósforo de la solución; según Bidwill (1979) el Fósforo esta a menudo en provisión limitada.

CUADRO 22
PRUEBA DE DUNCAN PARA EL CONTENIDO DE FÓSFORO (ppm)
SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS

Abonos	Fósforo (pmm)	Interpretación	p≤0.01
Estiércol descompuesto	24.69	Alto	a
Excreta de lombriz	24.63	Alto	a
Azotolam	23.11	Alto	b
Sin abono	22.51	Alto	b

Fuente: Resultado del trabajo de investigación.

En cambio el Cuadro 22 muestra el orden de méritos y diferencias entre los abonos, el estiércol descompuesto es la que aportó mejor con el Fósforo al suelo (b3 con 24.69 ppm), de forma similar que la excreta de lombriz (b2 con 24.63 ppm); estos son superiores y diferentes al Azotolam (b1 con 23.11 ppm). La magnitud de aporte de Fósforo mejoró con labranza en la siembra de trébol (a2 con 24 ppm frente a1 con 23 pmm), como puede verse en el Figura 17; Coronado

(1997); Arzola (2000); Mamani (2002) concuerdan en que los abonos orgánicos influyen en las actividades biológicas que favorecen la conversión del Fósforo como $PO_4^{=}$.

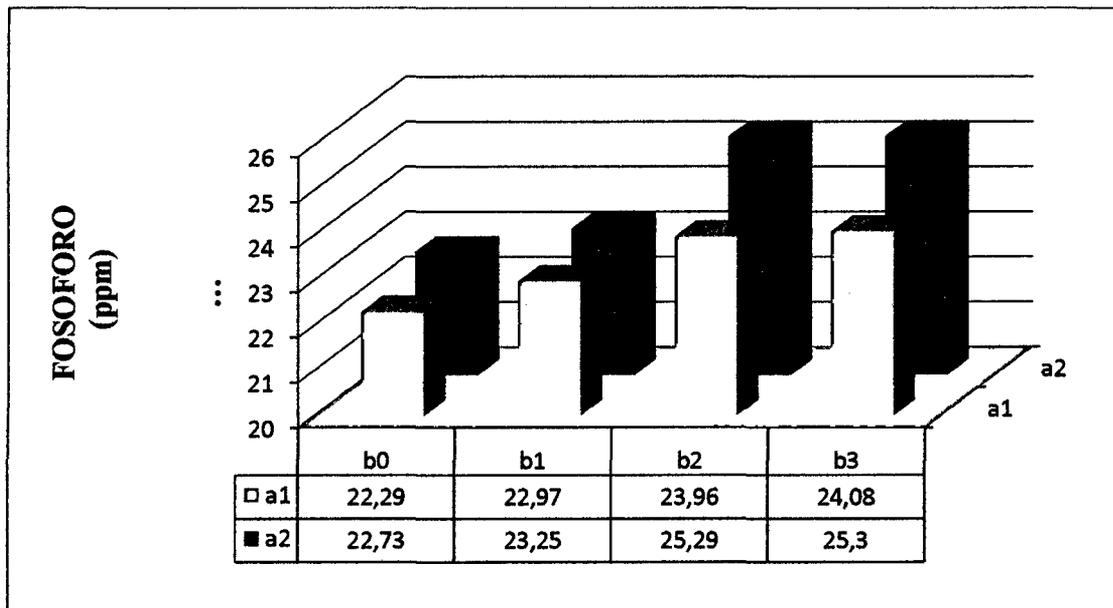


FIGURA 17. COMPORTAMIENTO DE CONTENIDO DE FÓSFORO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

4.3.4 Potasio

El análisis del contenido de Potasio se encuentra en el Cuadro 43 del anexo, en ella se observa que sólo para la fuente de variación abonos tiene una alta significación ($p \leq 0.01$), es decir, existe por lo menos un abono diferente del resto en el aporte de Potasio, con una alta confiabilidad de 0.53 %.

Las diferencias entre abonos se encuentran en el Cuadro 4.13, allí el estiércol descompuesto (b3, con 363.5 ppm) es la que mejor aportó en Potasio, aunque en forma similar que la excreta de lombriz (b2, con 361 ppm). Estos aportes son superiores y diferentes estadísticamente al Azotolam (b1, con 355

ppm) y al testigo (b0, con 350.5 ppm). El aporte de Potasio sin el uso de labranza es 358.8 ppm (a1) y con 356.3 ppm (a2); como se puede observar en el Gráfico 4.8; Espejo, 1989, manifiesta que cada uno de los elementos desempeña un papel diferente en la nutrición vegetal. Los considerados cationes (Ca, Mg, K) tienen principalmente la misión de compensar la presencia de los aniones; Guerrero (1993); Benzing (2001); coincide también, en que la presencia de microorganismos especializados favorecen la conversión de elementos nutrientes; el nitrógeno como NO_3^- y NH_4^+ ; azufre como SO_4^{2-} ; fósforo como PO_4^{3-} y la de muchos otros componentes como simples iones metálicos Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ que son utilizados por las plantas.

CUADRO 23
PRUEBA DE DUNCAN PARA CONTENIDO DE POTASIO (ppm) SEGÚN
LOS ABONOS ORGÁNICOS

Abonos	Potasio (ppm)	Interpretación	$p \leq 0.01$
Estiércol descompuesto	363.50	alto	a
Excreta de lombriz	361.00	alto	a
Azotolam	355.00	alto	b
Sin abono	350.50	medio	c

Fuente: Resultado del trabajo de investigación.

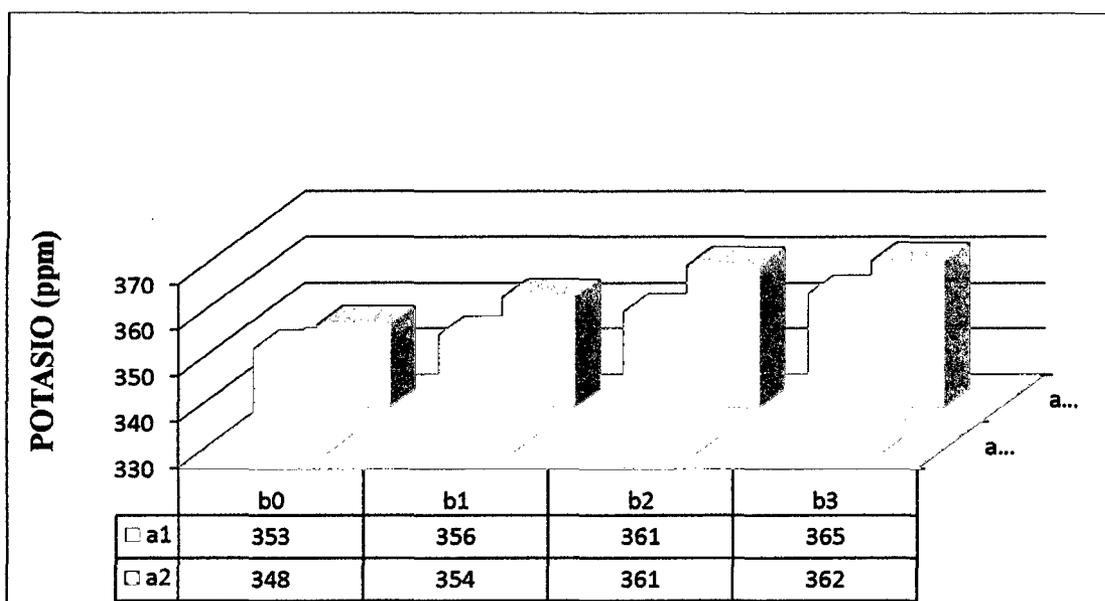


FIGURA 18. COMPORTAMIENTO DE CONTENIDO DE POTASIO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

4.3.5 Calcio

El contenido de Calcio en el suelo se observa en el Cuadro 24 y Cuadro 44 del anexo. El componente tipos de labranza (LAB) no presenta significación estadísticas ($p \leq 0.05$) y entre abonos existe alta significación ($p \leq 0.01$), indicando que por lo menos uno de los niveles de estos factores es diferentes del resto, con un coeficiente de variabilidad altamente confiable de 3.12 %.

La diferencia entre tipos de labranza aparentemente es pequeña, pero esa diferencia que favorece a la siembra con labranza (a2, 11.46 me/100g) con respecto a la de siembra sin labranza (a1, 10.72 me/100g) indica que con buen manejo se puede incrementar el contenido de Calcio en el suelo; Espejo (1989) cita que el Calcio en el suelo es principalmente activo bajo la forma de Ca^{2+}

esencial para las plantas, pero también una enmienda que condiciona, la eficiencia del complejo arcillo-húmico en los suelos, disponibilidad de ciertos elementos, como el Potasio; Bidwell (1979), los iones de Calcio y Magnesio pueden estar en cantidades grandes o pequeñas según la naturaleza de las partículas del suelo, y que el pH es importante en la disponibilidad de minerales presentes en el suelo.

CUADRO 24
PRUEBA DE DUNCAN PARA EL CONTENIDO DE CALCIO
(me/100 g) SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS

Abonos	Ca (me/100g)	Interpretación	p≤0.01
Estiércol descompuesto	12.38	alto	a
Excreta de lombriz	11.92	alto	a
Azotolam	10.23	medio	b
Sin abono	9.83	medio	b

Fuente: Resultado del trabajo de investigación.

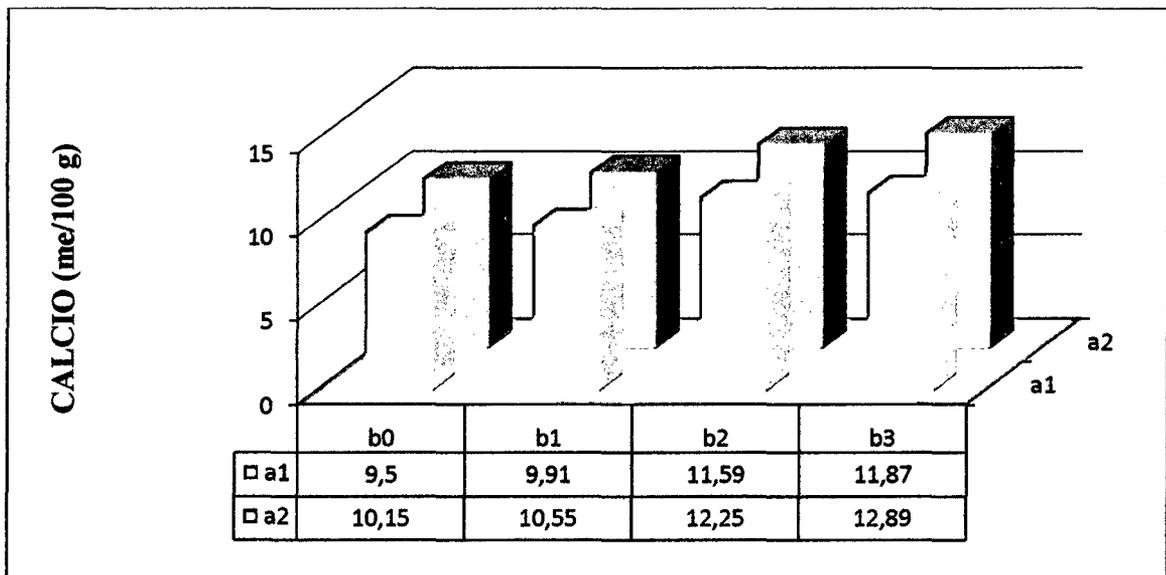


FIGURA 19. COMPORTAMIENTO DE CONTENIDO DE CALCIO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

De forma similar que en los elementos nutricionales anteriormente analizados, el estiércol descompuesto (b3, con 12.38 me/100g) es la que aporta mejor en Calcio aunque en forma similar que la excreta de lombriz (b2, con 11.92 me/100g). Estos aportes son superiores y diferentes estadísticamente al Azotolam (b1, con 10.23 me/100g) y al testigo (b0, con 9.83 me/100g). Pero, la magnitud de aporte de Calcio por los abonos mejoró con labranza (a2, 11.46 m.e./100g y a1, 10.72 m.e./100g), como puede verse en la Figura 19 de forma similar como ocurre con el Fósforo, Potasio y materia orgánica.

4.3.6 Magnesio

El comportamiento del contenido de Magnesio en el suelo se observa en el Cuadro 45 del anexo y Figura 20. El componente tipos de labranza (LAB) no presenta estadísticas F significativas ($p \leq 0.05$) y abonos una estadística F de alta significación ($p \leq 0.01$), indicando que por lo menos uno de los abonos es diferentes del resto, con un coeficiente de variabilidad altamente confiable de 1.90 %. La diferencia entre tipos de labranza aparentemente es pequeña, pero esa diferencia que favorece a la siembra con labranza (a2, 3.32 m.e./100g) con respecto a la de siembra sin labranza (a1, 3.10 m.e./100g) indica que con buen manejo se puede incrementar el contenido de Magnesio en el suelo; Bidwell (1979) menciona que los iones de Calcio y Magnesio pueden estar en cantidades grandes o pequeñas

según la naturaleza de las partículas del suelo y el pH es importante en la disponibilidad de minerales presentes en el suelo.

CUADRO 25

PRUEBA DE DUNCAN PARA EL CONTENIDO DE MAGNESIO (me/100 g)

SEGÚN LOS ABONOS ORGÁNICOS

Abonos	Mg media (me/100g)	Interpretación	p≤0.01
Estiércol descompuesto	3.45	alto	a
Excreta de lombriz	3.45	alto	a
Azotolam	2.71	alto	b
Sin abono	3.21	alto	b

Fuente: Resultado del trabajo de investigación.

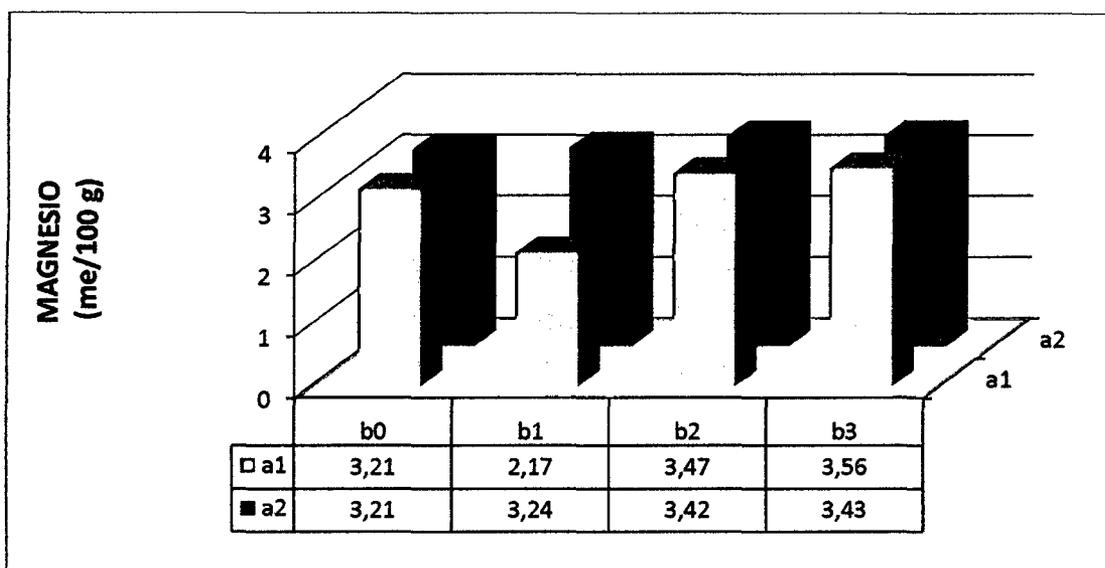


FIGURA 20. COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO DE MAGANESIO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

De forma similar que en los elementos nutricionales anteriormente analizados, el estiércol descompuesto (b3, con 3.56 me/100g), excreta de lombriz (b2) son los que aportan mejor en Magnesio; estos aportes son superiores y diferentes estadísticamente al Azotolam (b1, 3.21 me/100g) y al testigo (b0, con 3.21 me/100g). Pero, la magnitud de aporte de Magnesio por los abonos mejoró con labranza, como puede verse en la Figura 20 de forma similar como ocurre con el Fósforo, Potasio, Calcio y materia orgánica; Sánchez (2011), expresa que el proceso de transporte de iones de la solución suelo hacia las raíces de la planta es extremadamente compleja e involucra procesos de absorción pasiva y absorción activa.

4.4 CONDICIONES DEL CLIMA: TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO

4.4.1 Temperatura del suelo

Según el análisis de variancia reportado en el cuadro 36 del anexo; se observa que entre bloques no existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica la homogeneidad del medio experimental; asimismo, no se encontró diferencias estadísticas para el factor labranza ni para el factor abonos incluyendo las interacciones, esto demuestra que la aplicación de los tratamientos no influyen significativamente en la temperatura del suelo. Estos resultados son respaldados con un coeficiente de variabilidad (9.18 %) altamente confiable del experimento, cuando se trata de un ensayo de campo (Calzada, 1965).

Las diferencias entre las temperaturas de los diferentes meses eran de esperarse, porque se trata de niveles temporales que son determinados por el entorno climático. El Cuadro 26 presenta diferencias pronunciadas de mes a mes, donde la mayor temperatura del suelo se registró en el mes de Febrero (13.98 °C), seguido por los meses de Enero y Marzo que están por encima de 11 °C en promedio mensual, el resto de los meses conforman la época de estiaje, siendo los meses de Junio y Julio las más frías (4.25 y 5.38 °C) del año respectivamente. Este último periodo según las temperaturas más bajas son las más adversas del año para todos los cultivos; Según Tapia y Flores (1984), la temperatura ambiental estaría más relacionada con el crecimiento del vegetal; y de manera que el rendimiento de forraje verde en época lluviosa son superiores que en la época seca.

CUADRO 26
PRUEBA DE DUNCAN ($p \leq 0.01$) PARA LA TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)
DURANTE LOS MESES DE EVALUACION EN ÉPOCA LLUVIOSA.

Grupos Duncan	Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$)	($p \leq 0.01$)
Febrero	13.98	a
Marzo	13.51	b
Enero	13.28	b
Diciembre	11.90	c
Abril	11.99	c
Noviembre	11.56	c
Octubre	11.54	c
Setiembre	9.13	d
Mayo	8.30	e
Agosto	6.54	f
Julio	5.38	g
Junio	4.25	h

Resultados de trabajo de Investigación

Las pequeñas diferencias entre los niveles de abonos se observa en el Cuadro 27, donde el abono excreta de lombriz (b2, con 10.28 $^{\circ}\text{C}$) es superior y similar al abono Azotolam (b1) y a sin abono (b0), pero muy ligeramente diferente al abono estiércol descompuesto (b3, 9.9 $^{\circ}\text{C}$); sin embargo, las diferencias no son mayores de 0.3 $^{\circ}\text{C}$ entre los grupos estadísticos, pero estas diferencias pueden ser vitales desde el punto de vista biológico; y cobran importancia considerando que, las temperaturas para el desarrollo del trébol deben ser por encima de 12 $^{\circ}\text{C}$.

Los niveles de abonos incluyen los efectos de la interacción entre los factores tipos de labranza y abonos (LAB*ABO). Este efecto se observa en el Figura 21, donde el comportamiento de los niveles de abonamiento son similares en función de los tipos de labranza, por ser ambos sistemas similares; Farfan y Durant (1998) relacionan que, las gramíneas naturales altas (*Festuca dolichophylla*) proporcionan excelente cobertura y protección a las plantas jóvenes de los vientos helados y granizadas, propiciando una buena asociación que mejora sustancialmente la oferta forrajera.

CUADRO 27

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA TEMPERATURA (°C) POR EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.

Abonos	Temperatura media(°C)	p≤0.05
Excreta de lombriz	10.28	a
Sin abono	10.19	ab
Azotolam	10.06	ab
Estiércol descompuesto	9.91	b

Resultados de trabajo de Investigación

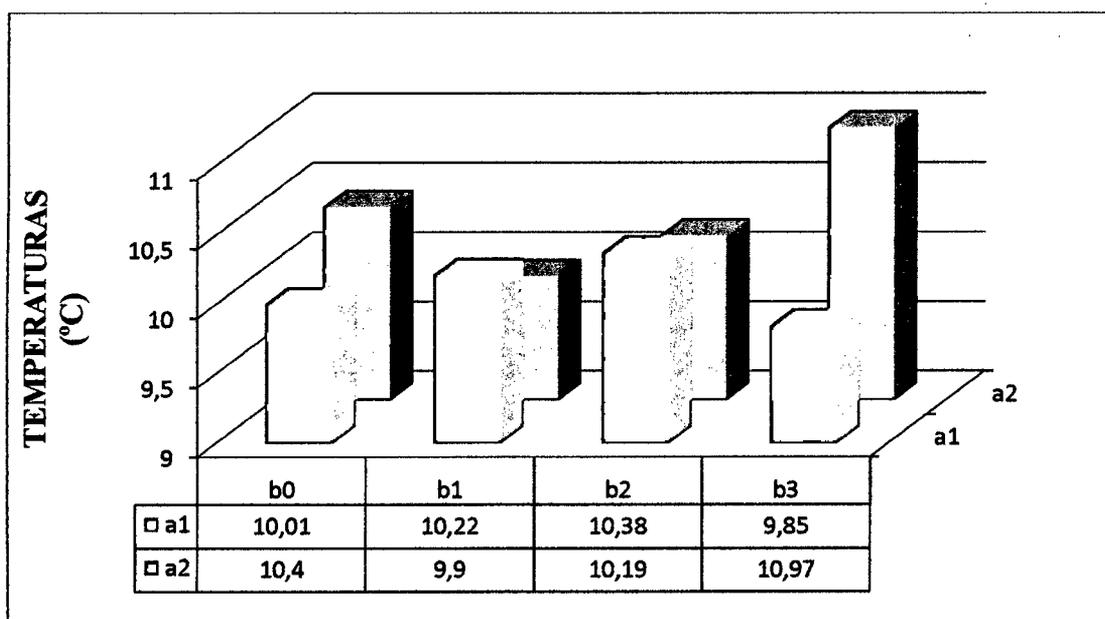


FIGURA 21. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

El entorno climático, la temperatura del suelo y los abonamientos permitieron el establecimiento del trébol blanco (*Trifolium repens*) asociado a la vegetación de la pradera chilliguar (*Festuca dolichophylla*), influyendo favorablemente en el establecimiento, desarrollo, latencia y rebrote; lo que concuerda con Choque (2002); ORDEPUNO (1979) que las temperaturas y las precipitaciones pluviales influyen en su adaptación del trébol blanco.

La temperatura media anual en la campaña agrícola fue de 8.12°C, ha variado de -11.2° C en el mes de junio a 22° C en el mes de diciembre y una precipitación anual de 506.30 mm; las mayores precipitaciones pluviales se presentaron en los meses de enero, marzo, abril y representa 321.8mm, que constituye el 63.56 %, datos registrados en la Estación Meteorológica Azángaro-

SENAMHI PUNO (Figuras 22 y 22). Los datos meteorológicos de temperatura y precipitación pluvial promedio de 10 años se observa en Cuadro 59 del Anexo.

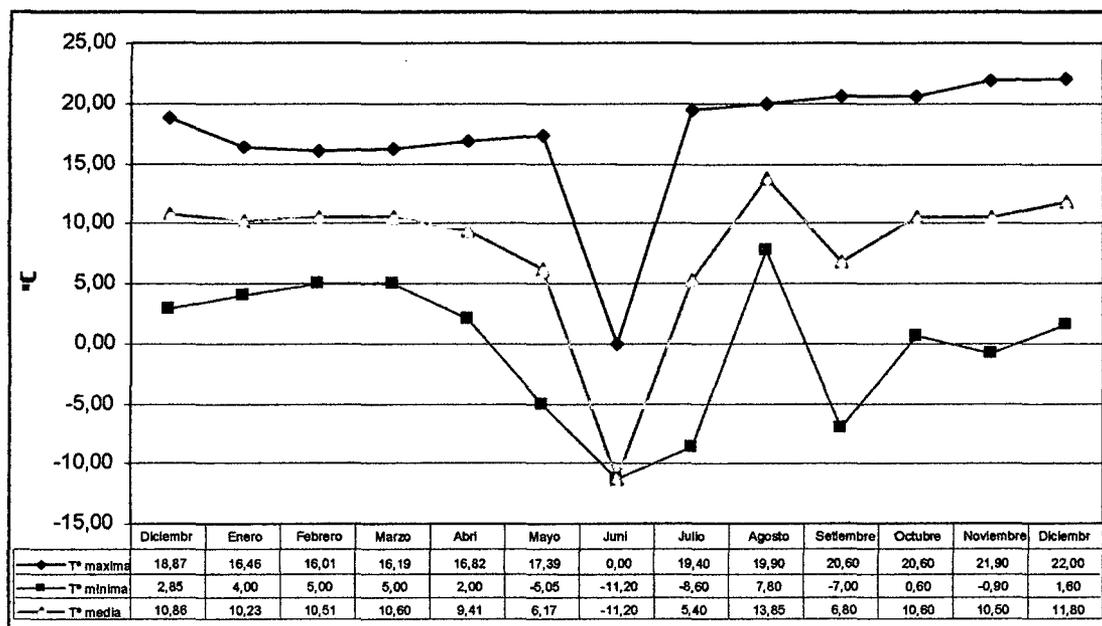


FIGURA 22 TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA Y MEDIA MENSUAL, AZÁNGARO 2005

4.4.2 Precipitación pluvial y la humedad del suelo

El comportamiento de la humedad del suelo como efecto de los factores épocas, labranzas y de abonos; se encuentra en el Cuadro 38 del Anexo; allí las épocas de evaluación y las repeticiones dentro de épocas no difieren al nivel de alta significación ($p \leq 0.01$) estadística, y menos la interacción tipos de labranzas por abonos (LAB*ABO). Estos resultados son respaldados con un coeficiente de variabilidad (13.89 %) confiable del experimento, cuando se trata de un ensayo de campo (Calzada, 1965).

CUADRO 28
PRUEBA DE DUNCAN PARA HUMEDAD DEL SUELO SEGÚN
LOS MESES EN ÉPOCA LLUVIOSA.

Meses	Humedad media (%)	p≤0.01
Enero	24.68	bcd
Febrero	33.82	a
Marzo	25.22	bcd
Abril	13.30	f
Mayo	10.83	f
Junio	23.47	de
Julio	21.43	de
Agosto	23.04	de
Setiembre	24.59	bcd
Octubre	26.72	bcd
Noviembre	28.47	abc
Diciembre	30.54	ab

Resultados de trabajo de Investigación

Las diferencias de humedad del suelo en función a los diferentes meses del año se encuentran en el Cuadro 28; los contenidos de humedad del suelo se agrupan en los meses de época lluviosa, un periodo que comprende los meses de septiembre a marzo, con contenidos de humedad que están por encima de 24 % en promedio mensual; el resto de los meses conforman la época de estiaje, siendo los meses de abril y mayo con contenidos de humedad promedios más bajos (sin

riego); en los meses de junio a agosto se observa 21 a 23 % (con riego semanal, cada 8 días). La interacción tipos de labranza por abonos se observa en la Figura 23. Allí la siembra con labranza (a2) conserva menos humedad del suelo cuando no se aplica abono orgánico (b0 de 21.58 %); en cambio, con aplicación de abonos orgánicos se logra mayor conservación de la humedad cuando la siembra se realiza con labranza (a2 de 24.75 %), sobre todo con la aplicación de Azotolam (b1 con 4 % de diferencia) y en menor proporción con los otros abonos orgánicos como excreta de lombriz (b2) y estiércol descompuesto (b3), como mencionan Bibwell (1979); Guerrero (1993) y FAO (1996) que los abonos son importantes en el mantenimiento de la humedad y fertilidad del suelo; también, como describe Dumont (2011), que los factores ambientales que más afecta la producción de trébol de una pradera, es el déficit hídrico y temperatura; además, Ruiz y Tapia (1987) manifiestan que, la producción primaria de los pastizales andinos está en función de la distribución de la precipitación pluvial y la temperatura durante el año.

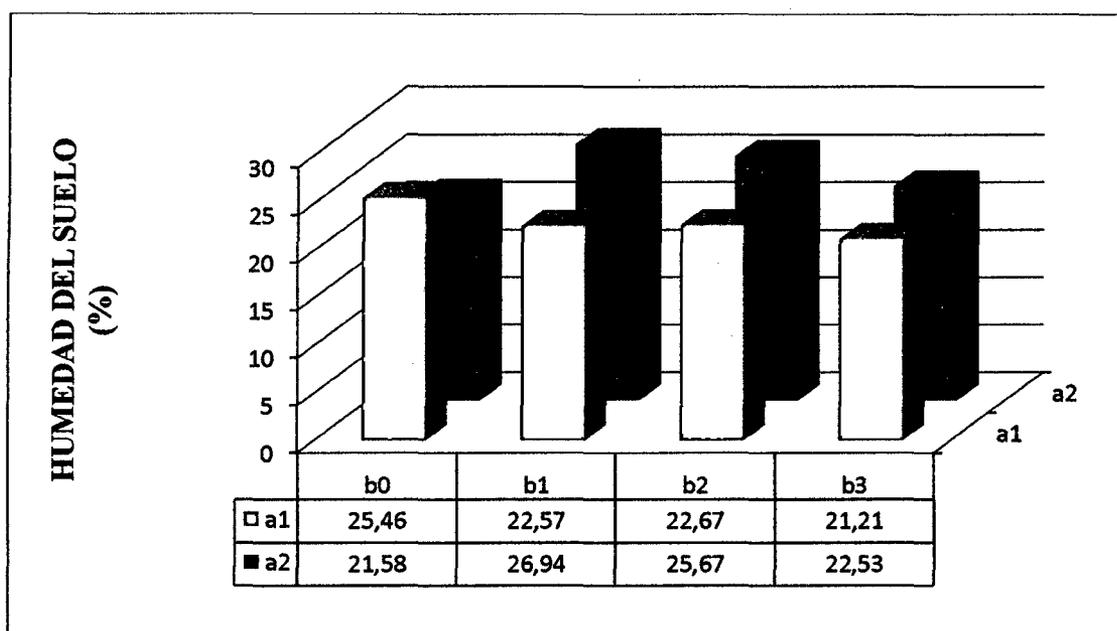


FIGURA 23. COMPORTAMIENTO DE HUMEDAD DEL SUELO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

El trébol blanco (*Trifolium repens*), prospera con el riego necesario en los meses mayo a agosto, en un suelo de textura franco arenoso, pH 7.6 (neutra), contenido de materia orgánica y Nitrógeno medio, Fósforo y Potasio alto, temperaturas del suelo de 4 a 14 °C, precipitación de 506 mm, humedad del suelo de 11 a 27 % en zona agroecológica puna húmeda; al respecto Holland, 1969; Fassbender, 1978; Trigos, 1979 indican que, la disminución de humedad del suelo tiende a reducir la materia seca del trébol, la nodulación y la simbiosis efectiva.

Choque (2002), indica que el régimen irregular de distribución de las precipitaciones entre un año y otro, aún dentro del mismo año, produce sequías en algunas campañas agrícolas e inundaciones en otras, lo cual altera el desarrollo y producción de los pastos naturales como de los

forrajeros.

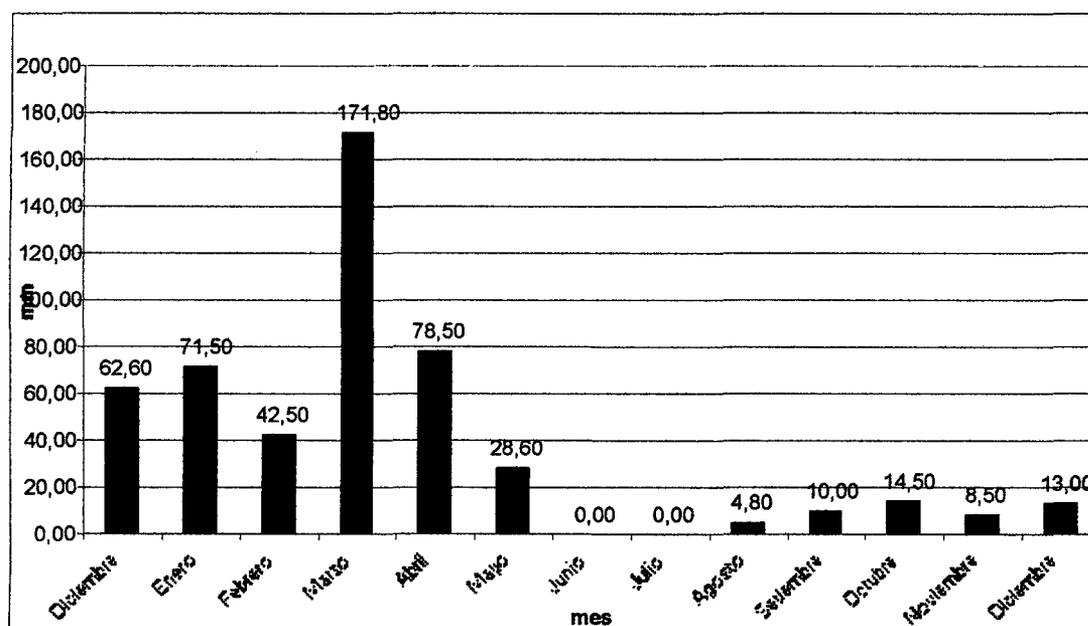


FIGURA 24 PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL, AZÁNGARO 2005

Tapia y Flores (1984), indican que en la región de la Sierra, el período de lluvias se concentra sólo en 3 a 4 meses del año, con lluvias anuales de 392 mm hasta 664 mm, por estas características, la vegetación pastoril no alcanza un mayor desarrollo y producción.

El comportamiento climático refleja variación, en los reportes en temperatura y precipitación pluvial en media anual (Figura 22 y Figura 24), como también en las condiciones de temperatura y humedad del suelo evaluados.

4.4 NÓDULOS DEL TRÉBOL BLANCO

El análisis estadístico de nodulación del trébol blanco (*Trifolium repens*) se encuentra en el Cuadro 46 del anexo, en ella ninguna de las fuentes de variación presenta niveles de significación estadística ($p \leq 0.05$), por lo que los efectos de tipos de labranza (LAB) y abonos (ABO) son similares en la nodulación del trébol, hasta la evaluación de un año de establecido. Por las tendencias (Figura 25) existe ligeras diferencias; en parcelas con labranza y con abono excreta de lombriz (b2); en cambio, en parcela sin labranza el Azotolam (b1); se debió a los factores climáticos de temperatura (10 °C), humedad (24 %) del suelo, y los abonos; además de la fertilidad del suelo, pH, contenido de elementos esenciales como el Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio; concordantes con Cubero y Moreno (1983) que, las temperaturas bajas producen un retardo en la infección radicular que realiza el rhizobio. Dumont (2011) indica que, en leguminosas, existe la preocupación adicional de la fijación simbiótica, y para ello se debe proveer suficiente fósforo, calcio, potasio y micro elementos.

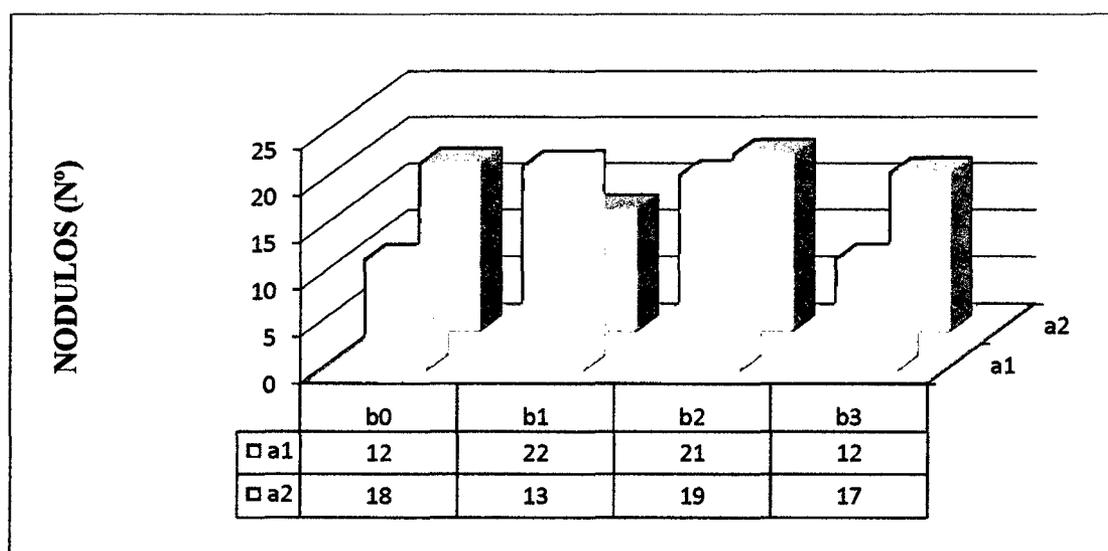


FIGURA 25. COMPORTAMIENTO NODULACIÓN DE TRÉBOL BLANCO SEGÚN LOS ABONOS Y TIPOS DE LABRANZA, CANCATA 2004-2005

El sistema radicular y los nódulos del trébol blanco, revelan abundancia de raíces, asociado con las raíces de *Carex ecuadórica*, *Scirpus rigidus* y *Festuca dolichophylla*, principalmente y las formas de los nódulos son esféricos de buen tamaño y agrupados; que según el Centro Internacional de la Agricultura Tropical CIAT (1971), el número de nodulación es mediano (10 a 50 nódulos), y probable simbiosis efectiva por las características de nódulos grandes, vigorosos y color rojizo, distribuidos en la proximidad del cuello y las primeras raíces secundarias como citan Allen (1957); Gomes (1980). Por el contrario si fueran blanquisinos, pequeños distribuidos en toda la raíz, serían no eficientes (Ramirez, 1972).

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

En base al rendimiento de forraje verde (FV) de época lluviosa Cuadro 58 del anexo, en la parcela "sin labranza y sin abono" (a1b0) destaca en la producción con 6.29 t FV ha⁻¹ con el costo de instalación mínimo (S/. 115.84); mientras que el Azotolam (a1b1) tiene una producción de 5.18 t FV ha⁻¹ (Cuadro 48 del anexo) con costo de instalación de S/. 218.04 nuevos soles, siendo la relación de Costo/Beneficio (C/B) de 5.43 y 2.38 que justifica la inversión y significa un costo inferior a la producción del cultivo de pastos con tecnología media de S/. 784.00 reportados por Argote y Miranda (1995); asimismo, los abonos Azotolam (b2), estiércol descompuesto (b3), sin abono (b0) resultaron beneficiosos en la parcela con labranza mínima, con relación B/C de 1.90, 1.18 y

1.14 respectivamente; coincide con el Proyecto Checua (2000) que, la agricultura con labranza mínima y la siembra directa resulta atractivo, porque disminuyen los costos de producción al economizar alquileres de maquinaria y en algunos casos jornales; Cotacallapa (2002) reporta que, la producción de alfalfa tiene un costo de S/. 0,055 por kilo de materia verde (MV), avena y cebada, el kilo de forraje se calcula en S/.0.08 y S/. 0.09 respectivamente, y que los pastos cultivados son de menos costo en relación a forrajes anuales. Silva y Acevedo (2003), en el análisis económico de la Cero Labranza (CL) manifiesta que es una técnica de producción con implicancias de desarrollo económico sostenibles, tanto en el corto como en el largo plazo. Es más merece considerar el valor social y ambiental por la fijación de nitrógeno atmosférico, en el sentido que, el oxido nitroso (N_2O) es otro gran factor contaminante, producto del excesivo uso de fertilizantes nitrogenados; conjuntamente con el CO_2 , metano (CH_4) y los cloroflourcarbonados que son gases invernadero causantes en gran medida del calentamiento global; Mamani (2002) refiere que, la relación entre los beneficios y los costos efectivos generados es de 1.62, presentando un período de recuperación de la inversión de 3.3 años; Asimismo, Catacora (2006) indica que, en los costos de producción pueden existir variaciones de acuerdo a la zona o región, tamaño y/o volumen de producción, clase de propiedad, grado de tecnología aplicado y capacidad de gestión empresarial emprendido por el productor; y por otro lado Choque (2002) menciona que la vida útil de la pastura de trébol blanco es de 10 años, pudiendo continuar en producción hasta por 20 años; de manera similar, Andia y Argote (2006), indican que los pastos cultivados al establecimiento son costosos, pero al dividir entre los 10 años de vida

productiva, este costo resulta mucho menor que el de un cultivo de avena forrajera.

CONCLUSIONES

En la pradera natural chilliguar (*Festuca dolichophylla*); la siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) y la incorporación de abonos orgánicos fueron importantes en el cambio de la composición florística, mejorando la condición del pastizal de regular a bueno; destacando en el sistema sin labranza el estiércol descompuesto de ovino (con 95 % de especies deseables) y en el sistema con labranza el Azotolam" (con 90 % de especies deseables); sin diferencias considerables entre tipos de labranza. Las principales especies deseables en mayor porcentaje fueron *Trifolium repens*, *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Carex ecuadorica*, *Eleocharis albibracteata* y *Poa horridola*. En época lluviosa, el cambio en especies deseables fue de 23 % en parcelas sin labranza y de 17 % en parcelas con labranza mínima, lográndose cubrir casi por completo las áreas desnudas en época lluviosa y no así en la época seca.

La disponibilidad de forraje verde en siembra con labranza mínima fue inferior (con 5.9 a 6.9 t h⁻¹), que el sistema sin labranza (con 6.9 a 8.2 t h⁻¹); la misma tendencia se observa en el rendimiento de materia seca, en siembra con labranza fue 3.34 a 3.47 t ha⁻¹ inferior a la de siembra sin labranza de 3,96 a 4.59 t h⁻¹.

En el contenido de materia orgánica y los elementos evaluados superaron en sus aportes al suelo, el estiércol descompuesto de ovino con materia orgánica (4.4 %), Nitrógeno (3.0 %), Fósforo (24.7 p.p.m), Potasio (363 p.p.m.), Calcio (12.38 meq/100 g), Magnesio (3.45 meq/100 g); mientras que la excreta de lombriz aportó con materia orgánica (4.2 %), Nitrógeno (2.8 %), Fósforo (24.6 p.p.m), Potasio (361 p.p.m.), Calcio (11.9 meq/100 g), Magnesio (3.45 meq/100 g) a diferencia de los demás abonos. La temperatura del suelo se conservó mejor con el abono de excreta de lombriz (10.4 °C) y la humedad con Azotolam (27 %). En la nodulación del trébol no presenta niveles de significación estadística, hasta un año de evaluación.

En el análisis Costo/Beneficio (C/B), el sistema sin labranza y sin abono (a1b0) fue el más rentable, seguido por Azotolam (b1) con valores de 5.43 y 2.38 respectivamente, lo que justifica la inversión; mientras que en la parcela con labranza fueron excreta de lombriz (b2), estiércol descompuesto de ovino (b3) y sin abono (b0) con relación de C/B de 1.90, 1.18 y 1.14 respectivamente.

RECOMENDACIONES

A los agricultores realizar siembras directas de trébol blanco (*Trifolium repens*) en el mejoramiento de praderas naturales “chilliguar” (*Festuca dolichophylla*) en sitios húmedos y con posibilidades de riego complementario en época de estiaje (abril-agosto), suelo de textura franco, pH 7.6, contenido de materia orgánica y Nitrógeno medio, Fósforo y Potasio alto, temperaturas del suelo de 4 a 14 °C y humedad del suelo de 11 a 27 % en zona agroecológica puna húmeda.

Realizar estudios de frecuencia de riego en siembras directas en periodos de estiaje, considerando la disponibilidad de agua de 1 a 2 litros por segundo/hectárea, composición florística y característica del suelo.

Evaluar nódulos de trébol blanco (*Trifolium repens*), después de tres años de establecido en praderas “chilliguar” (*Festuca dolichophylla*) mejorada.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRONOTICIAS, (1990), Revista N° 129, Lima-Perú.
- AMADEO, C. (2011), Métodos de Mejoramiento de campo natural y praderas cultivadas, UBA. Argentina.
- ANDIA, W. y ARGOTE G. (2006), Guía Práctica de Pastos Cultivados, REDESA, INIA Puno.
- ASTORGA, J. (1987), Algunos Problemas en el Manejo de Praderas para conducción ganadera en el Altiplano Peruano, Copia mimeografiada, UNA-Puno-Perú.
- BENZING, A. (2001). Agricultura orgánica, fundamentos para la región andina. Neckar Verlag, Villingen Schwenningen, Alemania.
- BIDWELL, R. (1979). Fisiología vegetal. Primera Edición en Español. AGT Editor, S.A. México.
- BODAS, V. (2002). Técnicas de siembra directa. Agricultura y el Desarrollo Rural. Jornada Autonómica de la Comunidad de Castilla La Mancha. España.
- CALLAÑAUPA, C. (1994), Lombricultura en lechos Copaca Convenio Perú-Alemania para Cultivos Andinos, Cusco Perú.
- CALZADA, J. (1965). Métodos Estadísticos para la investigación. Lima Perú.

- CATACORA, M. (2006), Curso. Costos de Producción y Presupuesto en la instalación y manejo de pastos cultivados. E.E. Illpa INIA Puno -Perú.
- CASTAÑO, J. (2003), Adaptación Manejo de especies Forrajeras y Técnicas para optimizar su producción. Área de producción Animal. EEA Balcarce-Argentina.
- CHOQUE, J. (2002), Producción y Manejo de Especies Forrajeras, Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú.
- COTACALLAPA, H. (2002), I Curso Internacional y Manejo Sostenible de pastizales naturales y cultivados en el altiplano Peruano Boliviano, Cicader, UNA Puno.
- ESPEJO, R. (1989), La fertilidad de los suelos, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- FAO, (1996), Principios de Manejo de Praderas Naturales. Segunda edición, Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias Argentina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago, Chile.
- FARFAN R. Y DURANT A. (1998), Manejo y técnicas de evaluación de pastizales Altoandinos. Marangani-Sicuni Cusco.
- FLOREZ, A. (2005), Manual de Pastos y Forrajes Alto Andinos. Lima, Perú.
- FLORES, E. (2001). Pastizales y tambos alpaqueros: Mejoramiento de praderas naturales. Proyecto especial tambos alpaqueros. Publicación Técnica. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- FLORES, E. (1999), Realidad y Limitaciones y Necesidades de Investigación del Sector Pecuario Peruano, Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú.

- FLORES, E. (1996), Principios de Inventario y Mapeo de Pastizales. Departamento de Producción. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
- FLOREZ, A. MARPARTIDA E., y SAN MARTIN F. (1992), Manual de Forrajes, Lima Perú.
- FLORES, E. (1992), Manejo y evaluación de los pastizales. Folleto divulgativo. Instituto de Tecnologías Agropecuarias- Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú.
- FLOREZ, A. y E. MALPARTIDA, (1987), Manejo de Praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú. Tomo I y II Fondo del Libro del banco Agrario del Perú.
- FRANCO F. (2005). Manejo de praderas altoandinas. Estación Experimental la Raya. IVITA. UNMSM. ITDG. ECHO. Sicuani, Imprenta Amauta. Cusco, Perú.
- GOMERO L. y VELASQUEZ H. (1999), Manejo Ecológico de Suelos.
- GUERRERO, J. (1993), Abonos Orgánicos, tecnología para el manejo ecológico de suelos, Lima Perú.
- GUISET, A. (1981), La Síntesis Ecológica, Edit. Alambra, S.A. Madrid.
- GUTIERREZ, K. (2002), Determinación de los costos de producción y rentabilidad de ganado alpaco en el CIP La Raya periodo 2000-2001 Tesis UNA Puno.
- HOBBER, F. (1984:), Experiencia en Pastos y crianza de ganado vacuno en la Región Alto Andina de la Sierra Central del Perú, Cooperación Técnica del Gobierno Suizo, Lima Perú.

- HUERTA, G. (2001), Formulación de Herramientas de Gestión Integral para las praderas Altoandinas, Estudio de caso en la cabecera de Microcuenca Quitaracsa – Cuenca Santa Sihuas- Ancash. Tesis U.N.A. La Molina Lima Perú.
- HUISA, T. 1996. Pastizales y nutrición al pastoreo. Estudio de caso de la Raya C.E.P. La Raya programa de ganadería andina. Editorial UNSAAC Cusco – Perú.
- INSTITUTO DE DEFENSA DEL MEDIO AMBIENTE, (2002), Boletín Divulgativo, Arequipa, Perú.
- LARCHER, R. (1977). Ecofisiología vegetal. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.
- LOPEZ, T. (1996), Especies Forrajeras Mejoradas. Ministerio de Agricultura I.N.I.A. Segunda Edición Santiago, Chile.
- LOZADA, C. (1995), Sobrepastorio y Degradación del Pastizal en la Sierra Peruana. Boletín técnico, Programa de Ovinos y Camélidos Americanos. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú.
- MACHACA, E. (2005), Determinación de nódulos efectivos y nódulos no efectivos en especies de leguminosas del Altiplano. Tesis Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología UNA Puno.
- MARTINEZ, M. (2011), Investigación y Ciencia en Agricultura Alternativa. Centro Latino Americano de Desarrollo Sustentable.
- MAMANI, E. (1996). Materia orgánica y su importancia en la agricultura ecológica. Primera Edición. Puno Perú.
- MAMANI, E. (2002:10,22), Copia Curso Abonos Orgánicos, UNA-Puno-Perú.

- MAMANI, G. (2002). Zonificación Ecológica para la aplicación de Mejoramiento en praderas naturales de la Microcuenca Río Negro, Ancash. Tesis U.N.A. La Molina Lima Perú.
- MIRANDA, F. (1995) Manual de pastos nativos mejorados y establecimiento de forrajes. CISA. Arequipa Perú.
- MIRANDA, F. y W. CARRASCO, (2002), Memoria Anual, E.E. Illpa Puno-Perú.
- MONTICO, L. (2011), Ventajas de las Pasturas en la Rotación de cultivos.
- ONERN, (1985), Los Recursos Naturales del Perú. Oficina de Evaluación de Recursos Naturales. Lima Perú.
- ONERN-CORPUNO, (1965), Ecología y Agrostología. Cap. VI. Vol.4, Lima Perú.
- ORDEPUNO, (1977), Dirección Regional de Agricultura y Alimentación, Convenio de Cooperación Técnica Perú Nueva Zelandia, Puno.
- PAHUARA, D. y ZUÑIGA, D. (2002), Efectos del Fósforo sobre la población microbiana en suelos con pasturas en la zona Altoandina de Junín.
- PAREDES, G. (1987) Producción y Mejoramiento de los pastos Alto Andinos con la incorporación de leguminosas. Arequipa Perú.
- PROYECTO CHECUA, (2000). Cultivar sin arar. Primera Edición. Colombia.
- PROYECTO CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA DEL LAGO TITICACA, (2001) Evaluación de las Características y Distribución de los Bofedales en el ámbito peruano del Sistema TDPS. UNA Puno.
- RAMÍREZ, E. (1972), Capacidad de Cambio y elementos cambiables de los suelos de Ayacucho, Programa de Pastos, UNSCH, Ayacucho.
- RUÍZ, C. y M. TAPIA, (1987), Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú, Convenio INIPA-CIID-ACDI, Lima-Perú, p. 176.

- SANCHEZ, J. (2011), *Fertirrigación Principios, Factores, Aplicaciones*.
- SCHOBITZ, R. (2007), *Evaluación del efecto de difenoconazole sobre poblaciones de Rhizobium spp. Valdivia-Chile*.
- SILVA, P. y ACEVEDO, E. (2003), *Adopción de la Cero Labranza en los principales cultivos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile*.
- STUDDERT, G. (2001), *Labranza Conservacionista, INTA BALCARCE-Argentina*.
- SOTOMAYOR M. y MIRANDA F. (1992). *Construcción, mejoramiento y manejo de ahijaderos en la puna seca. Serie informes técnicos No. 1-91. Proyecto Alpacas. INIA-COTESU/IC. Puno, Perú*.
- TAPIA, M. y J. FLORES, (1984), *Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú, Servs. Edits. Adolfo Arteta, Lima Perú, p. 228,252*.
- ZAMBRANO, F. (1992), *Respuesta del Trébol rojo (*Trifolium pratense*) a Niveles y Fuentes de Fósforo con y sin materia orgánica. Tesis para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú*.
- ZARATE, R. y R. PÉREZ (1976), *Métodos de Incorporación del *trifolium repens* en praderas nativas. V Reunión de Investigadores Forrajeros del Perú, Huancayo*.
- ZEA, W. (1995), *Estadística y Diseños Experimentales. Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ciencias Agrarias Primera Edición. Puno Perú*.
- ZEGARRA, R. (1999), *Inventario de recursos naturales y Optimización de Estrategias para el Mejoramiento de Praderas Nativas en el Fundo "San*

Lorenzo^o – Ancash Lima. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima Perú.

ZVIETCOVICH, G. (2003), Producción de Biofertilizantes y Entomopatógenos,
Copia Mimeografiado, UNA-Puno.

ANEXOS

CUADRO 29 DATOS DE RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DEL EXPERIMENTO CANCATA AZÁNGARO 2004-2005

Factores en estudio					Forraje verde (F V) total		Forraje seco (FS)	
EPO	REP	LAB	ABO	TRAT.	F V kg/32 m ²	F V t ha ⁻¹	F S kg/32 m ²	F S t ha ⁻¹
1	I	a1	b0	a1b0	4.72	1,48	2,92	0,91
1	I	a1	b1	a1b1	3.39	1,06	2,44	0,76
1	I	a1	b2	a1b2	3.14	0,98	2,45	0,77
1	I	a1	b3	a1b3	2.95	0,92	1,66	0,52
1	I	a2	b0	a2b0	2.40	0,75	1,74	0,54
1	I	a2	b1	a2b1	2.49	0,78	1,32	0,41
1	I	a2	b2	a2b2	3.32	1,04	2,20	0,69
1	I	a2	b3	a2b3	3.21	1,00	2,08	0,65
1	II	a1	b0	a1b0	2.73	0,85	1,76	0,55
1	II	a1	b1	a1b1	3.69	1,15	2,98	0,93
1	II	a1	b2	a1b2	3.02	0,94	2,15	0,67
1	II	a1	b3	a1b3	3.65	1,14	2,73	0,85
1	II	a2	b0	a2b0	3.43	1,07	2,63	0,82
1	II	a2	b1	a2b1	3.39	1,06	2,76	0,86
1	II	a2	b2	a2b2	3.33	1,04	2,41	0,75
1	II	a2	b3	a2b3	2.92	0,91	2,00	0,63
1	III	a1	b0	a1b0	2.50	0,78	1,92	0,60
1	III	a1	b1	a1b1	3.50	1,09	2,67	0,83
1	III	a1	b2	a1b2	4.41	1,38	2,98	0,93
1	III	a1	b3	a1b3	1.98	0,62	1,15	0,36
1	III	a2	b0	a2b0	5.07	1,58	3,54	1,11
1	III	a2	b1	a2b1	3.51	1,10	2,76	0,86
1	III	a2	b2	a2b2	2.89	0,90	1,91	0,60
1	III	a2	b3	a2b3	3.58	1,12	2,67	0,83
2	I	a1	b0	a1b0	30.67	9,58	13,27	4,15
2	I	a1	b1	a1b1	13.79	4,31	6,57	2,05
2	I	a1	b2	a1b2	18.83	5,88	9,29	2,90
2	I	a1	b3	a1b3	32.95	10,30	16,85	5,27
2	I	a2	b0	a2b0	18.15	5,67	9,03	2,82
2	I	a2	b1	a2b1	26.74	8,36	10,87	3,40
2	I	a2	b2	a2b2	24.59	7,68	11,99	3,75
2	I	a2	b3	a2b3	13.23	4,13	6,09	1,90
2	II	a1	b0	a1b0	32.13	10,04	15,51	4,85
2	II	a1	b1	a1b1	22.49	7,03	11,28	3,53
2	II	a1	b2	a1b2	15.72	4,91	6,10	1,91
2	II	a1	b3	a1b3	25.99	8,12	9,97	3,12
2	II	a2	b0	a2b0	17.99	5,62	8,09	2,53
2	II	a2	b1	a2b1	25.71	8,03	11,27	3,52
2	II	a2	b2	a2b2	25.96	8,11	11,92	3,73
2	II	a2	b3	a2b3	22.24	6,95	9,16	2,86
2	III	a1	b0	a1b0	38.06	11,89	26,14	8,17
2	III	a1	b1	a1b1	29.01	9,07	14,21	4,44
2	III	a1	b2	a1b2	30.46	9,52	16,98	5,31

CUADRO 29 DATOS DE RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DEL EXPERIMENTO CANCATA AZÁNGARO 2004-2005 (continuación)

Factores en estudio					Forraje verde (FV) total		Forraje seco (FS)	
EPO	REP	LAB	ABO	TRAT.	F V/32 m ²	F V t ha ⁻¹	F S kg/32 m ²	F S t ha ⁻¹
2	III	a1	b3	a1b3	25,15	7,86	9,55	2,98
2	III	a2	b0	a2b0	7,26	2,27	4,19	1,31
2	III	a2	b1	a2b1	33,09	10,34	19,52	6,10
2	III	a2	b2	a2b2	21,20	6,63	11,70	3,66
2	III	a2	b3	a2b3	30,45	9,52	14,43	4,51
3	I	a1	b0	a1b0	20,75	6,48	12,43	3,88
3	I	a1	b1	a1b1	20,73	6,48	7,96	2,49
3	I	a1	b2	a1b2	20,98	6,56	10,93	3,42
3	I	a1	b3	a1b3	21,13	6,60	22,77	7,12
3	I	a2	b0	a2b0	13,91	4,35	10,86	3,39
3	I	a2	b1	a2b1	12,21	3,82	8,57	2,68
3	I	a2	b2	a2b2	8,18	2,56	15,01	4,69
3	I	a2	b3	a2b3	16,40	5,13	8,12	2,54
3	II	a1	b0	a1b0	24,47	7,65	14,57	4,55
3	II	a1	b1	a1b1	25,99	8,12	13,63	4,26
3	II	a1	b2	a1b2	11,57	3,62	7,36	2,30
3	II	a1	b3	a1b3	25,02	7,82	13,65	4,27
3	II	a2	b0	a2b0	27,60	8,63	10,00	3,13
3	II	a2	b1	a2b1	17,58	5,49	7,77	2,43
3	II	a2	b2	a2b2	19,84	6,20	14,33	4,48
3	II	a2	b3	a2b3	17,38	5,43	10,95	3,42
3	III	a1	b0	a1b0	25,10	7,84	23,87	7,46
3	III	a1	b1	a1b1	26,71	8,35	16,18	5,06
3	III	a1	b2	a1b2	19,00	5,94	19,89	6,22
3	III	a1	b3	a1b3	24,34	7,61	12,91	4,03
3	III	a2	b0	a2b0	24,10	7,53	4,61	1,44
3	III	a2	b1	a2b1	29,72	9,29	14,20	4,44
3	III	a2	b2	a2b2	14,36	4,49	13,39	4,18
3	III	a2	b3	a2b3	21,09	6,59	16,00	5,00

CUADRO 30 DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO, CANCATA
AZÁNGARO 2004-2005

Rep.	Labranza	abono	Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Calcio (me/100 g)	Magnesio (me/100g)	Nº Nódulos
I	a1	b0	3.42	2.29	22.29	354	9.28	3.21	14
I	a1	b1	3.53	2.63	23.36	359	9.89	3.26	22
I	a1	b2	4.12	2.75	24.14	360	10.54	3.31	26
I	a1	b3	4.32	3.03	24.16	364	11.53	3.36	11
I	a2	b0	3.51	2.32	23.01	347	10.45	3.22	19
I	a2	b1	3.49	2.75	24.15	356	10.46	3.25	14
I	a2	b2	4.16	2.87	26.12	361	12.35	3.40	17
I	a2	b3	4.48	3.34	25.14	360	13.56	3.51	17
II	a1	b0	3.39	2.22	22.30	352	9.78	3.22	7
II	a1	b1	3.55	2.59	22.56	353	10.12	3.27	23
II	a1	b2	4.55	2.81	23.15	362	12.35	3.65	10
II	a1	b3	4.35	2.87	24.00	366	12.22	3.57	14
II	a2	b0	3.35	2.14	22.29	350	9.87	3.20	16
II	a2	b1	3.56	2.59	22.45	355	10.68	3.22	11
II	a2	b2	4.72	2.87	24.15	361	12.15	3.45	22
II	a2	b3	4.55	2.92	25.50	364	12.56	3.38	18
III	a1	b0	3.40	2.14	22.28	353	9.45	3.20	14
III	a1	b1	3.54	2.69	22.98	356	9.72	3.25	22
III	a1	b2	4.30	2.75	24.60	361	11.89	3.45	26
III	a1	b3	4.33	2.98	24.08	365	11.86	3.44	11
III	a2	b0	3.45	2.29	22.90	348	10.13	3.21	19
III	a2	b1	3.51	2.63	23.16	350	10.52	3.24	14
III	a2	b2	4.43	2.81	25.60	360	12.25	3.42	17
III	a2	b3	4.40	3.03	25.25	362	12.55	3.41	17

CUADRO 31 DATOS DE HUMEDAD DEL SUELO CANCATA AZÁNGARO 2004-2005

	DIC.2004	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
a1 b1	24.9	22.42	23.98	24.77	11.56	15.49	19.68	10.57	19.52	11.29	20.09	15.36	30.47
a1 b2	27.6	23.22	24.78	17.55	9.49	19.42	13.29	10.52	15.48	19.18	14.11	27.32	24.57
a1 b3	30.05	25.97	37.82	26.52	17.8	5.31	14.78	5.12	12.17	14.09	22.9	25.19	21.25
a1b0	28.23	21.77	33.18	24.29	7.74	4.16	11.53	17.86	25.72	19.06	36.94	26.65	22.20
a2 b1	31.25	35.38	46.05	38.42	18.69	9.22	36.08	16.83	36.51	40.98	38.88	37.32	31.02
a2 b2	24.29	21.26	34.37	24.54	14.27	3.66	11.67	16.88	9.05	26.47	19.62	18.76	22.30
a2 b3	24.98	15.88	27.05	21.04	10.96	15.19	17.5	21.98	32.82	17.18	13.31	20.33	19.14
a2 b0	24.54	13.56	24.63	20.99	5.42	8.99	21.87	21.53	26.45	17.13	23.05	25.38	31.52
a1 b1	23.01	16.27	39.37	16.13	13.99	8.31	27.17	17.44	26.06	19.13	33.82	26.45	25.71
a1 b2	13.75	12.29	21.29	10.07	11.11	11.49	20.14	24.18	15.27	12.34	20.27	26.01	23.25
a1 b3	32.2	27.92	33.89	30.41	12.39	10.18	29.02	21.86	15.99	16.98	17.69	26.97	23.43
a1b0	45.24	31.59	43.39	27.51	17.98	9.29	32.96	24.59	33.14	29.2	44.78	31.84	30.18
a2 b1	27.98	24.08	29.85	24.96	7.09	11.24	20.22	17.95	8.34	22.13	28.11	24.91	27.57
a2 b2	34.99	23.76	35.05	27.56	12.47	12.39	23.27	41.59	17.00	21.26	19.84	26.73	23.22
a2 b3	41.05	26.74	41.05	10.95	17.28	11.27	19.48	30.51	30.59	46.16	43.22	24.02	29.41
a2 b0	25.03	17.87	19.8	10.38	8.3	8.1	17.08	12.81	28.00	21.03	27.86	26.55	21.64
a1 b1	22.42	25.78	36.33	25.13	18.88	8.42	30.08	33.41	33.04	22.29	27.21	34.04	22.69
a1 b2	45.39	32.24	42.26	37.23	17.83	17.46	35.38	26.12	23.19	43.47	44.63	36.85	32.89
a1 b3	27.87	24.36	32.3	23.1	7.81	14.19	14.2	16.92	31.51	25.99	17.61	27.13	32.61
a1b0	34.33	28.12	23.57	38.48	14.84	11.41	37.39	29.22	23.13	20.09	23.68	33.22	25.93
a2 b1	37.45	40.86	42.96	21.35	17.8	15.66	29.28	29.14	19.62	22.89	23.65	40.85	34.05
a2 b2	45.3	31.52	53.02	40.45	14.76	5.41	40.47	31.88	25.2	49.37	33.4	36.09	55.58
a2 b3	29.37	25.97	26	25.88	8.43	4.04	21.28	15.39	15.56	22.07	22.59	36.08	24.88
a2 b0	31.86	23.62	39.56	37.48	22.19	19.61	19.42	19.89	29.51	30.38	24.13	29.26	22.05

CUADRO 32 DATOS DE TEMPERATURAS MEDIA MENSUAL DE UNIDADES EXPERIMENTALES, CANCATA AZÁNGARO 2004-2005

TRATAMIENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
a1 b1	13.0	14.5	12.5	10.8	8.6	6.3	6.2	7.3	11.0	14.0	12.4	13.5
a1 b2	13.2	14.5	12.2	11.5	8.7	4.5	5.9	6.7	10.6	13.8	12.5	13.5
a1 b3	13.0	14.0	13.2	10.3	7.1	2.0	3.5	5.5	9.8	13.1	12.0	12.5
a1b0	13.0	14.0	13.1	10.2	7.5	2.2	4.2	5.7	9.5	12.7	11.6	13.1
a2 b1	13.0	14.0	11.9	10.6	7.5	3.2	3.9	5.3	8.0	11.4	11.2	12.2
a2 b2	13.1	14.0	13.0	11.1	7.7	2.9	3.8	6.6	9.7	13.2	12.0	13.2
a2 b3	12.5	14.5	14.1	10.0	7.9	4.2	5.1	6.8	9.5	11.7	12.0	12.2
a2 b0	13.0	15.0	13.3	12.3	8.6	3.6	5.1	6.2	10.2	11.0	12.5	12.8
a1 b1	12.5	13.5	14.0	12.4	7.3	5.1	6.4	6.6	9.7	10.3	11.0	11.3
a1 b2	11.8	13.0	13.7	13.0	9.3	5.6	5.7	7.6	10.1	11.3	12.0	12.9
a1 b3	12.7	14.2	14.0	13.0	8.1	4.2	5.8	6.6	9.2	12.1	11.7	12.0
a1b0	13.0	13.0	13.0	12.1	8.1	4.0	5.5	6.0	8.1	10.6	11.0	11.5
a2 b1	14.5	14.6	13.9	14.0	8.3	5.2	5.6	6.9	9.7	12.2	12.2	11.9
a2 b2	13.2	14.6	13.5	13.5	8.2	4.4	5.5	6.8	10.0	12.0	12.0	12.0
a2 b3	13.0	13.0	13.2	10.5	7.6	4.0	4.6	5.0	8.0	11.0	11.1	11.3
a2 b0	13.0	14.6	13.8	13.0	8.6	5.6	5.7	6.8	9.3	10.5	11.7	11.7
a1 b1	13.2	14.0	14.0	11.5	8.2	3.7	5.4	5.9	8.5	11.1	11.0	11.1
a1 b2	13.5	13.6	12.8	12.7	9.0	4.6	6.3	7.6	7.7	10.3	11.0	10.8
a1 b3	13.5	14.5	14.1	11.5	8.2	4.9	5.5	6.9	8.5	11.0	11.1	11.1
a1b0	13.8	15.5	14.0	13.2	8.9	4.5	6.1	7.6	8.8	11.5	11.7	11.7
a2 b1	14.0	14.0	13.0	10.3	8.6	4.5	4.8	6.1	8.3	10.0	10.7	11.0
a2 b2	13.5	13.6	14.0	13.1	9.0	4.5	6.4	6.7	7.3	10.6	11.1	11.1
a2 b3	14.0	15.2	14.0	12.7	8.6	4.0	5.7	6.8	8.7	11.2	11.2	11.0
a2 b0	14.0	15.0	16.0	11.6	9.0	4.5	5.7	7.0	9.0	11.0	11.5	11.2

CUADRO 33 PROMEDIOS DE DIFERENTES VARIABLES POR TRATAMIENTOS PARA DETERMINAR LA RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN FORRAJERA CON EL RESTO DE VARIABLES, CANCATA 2004-2005

Tratamientos	Temperaturas (°C)	Humedad (% angular)	Materia orgánica (%)	Forraje Verde (t ha ⁻¹)	Forraje seco (t ha ⁻¹)
a1b0	10.00	25.46	3.40	6.29	3.90
a1b1	10.20	22.57	3.54	5.18	2.70
a1b2	10.40	22.67	4.32	4.41	2.71
a1b3	10.00	21.21	4.33	5.66	3.04
a2b0	10.40	21.58	3.44	4.16	2.74
a2b1	9.90	26.94	3.52	5.36	2.93
a2b2	10.20	25.67	4.10	4.30	2.48
a2b3	10.00	22.53	4.48	4.53	2.51

CUADRO 34 ANALISIS DE VARIANCIA DE FORRAJE VERDE ANTES DE INCORPORAR TRATAMIENTOS, LABRANZAS Y ABONOS

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	0.218994	0.109497	0.1184	0.893
FACTOR A	1	0.000885	0.000885	0.0010	0.977
ERROR A	2	1.849731	0.924866		
FACTOR B	3	0.589600	0.196533	0.2894	0.833
A X B	3	0.771423	0.257141	0.3786	0.772
ERROR B	12	8.150421	0.679202		
TOTAL	23	11.581055			
	C.V.	24.971 %			

CUADRO 35 ANALISIS DE VARIANCIA DE FORRAJE SECO ANTES DE INCORPORAR TRATAMIENTOS, LABRANZAS Y ABONOS

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	0.609543	0.304771	0.5289	0.654
FACTOR A	1	0.001862	0.001862	0.0032	0.959
ERROR A	2	1.152512	0.576256		
FACTOR B	3	0.675339	0.225113	0.6393	0.607
A X B	3	0.975861	0.325287	0.9238	0.539
ERROR B	12	4.225296	0.352108		
TOTAL	23	7.640411			
	C.V.(ERROR B)	25.508 %			

CUADRO 36 ANALISIS DE VARIANCIA DE TEMPERATURAS EPOCA LLUVIOSA (ABRIL), CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	8.614746	4.307373	3.9120	0.204
FACTOR A	1	0.919189	0.919189	0.8348	0.541
ERROR A	2	2.202148	1.101074		
FACTOR B	3	6.573730	2.191243	1.8976	0.183
A X B	3	0.282471	0.094157	0.0815	0.968
ERROR B	12	13.856689	1.154724		
TOTAL	23	32.448975			
	C.V.(ERROR B)	9.188 %			

CUADRO 37 ANÁLISIS DE VARIANCA DE TEMPERATURAS EPOCA SECA (DICIEMBRE),
CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	12.577881	6.288940	61.4052	0.014
FACTOR A	1	0.511230	0.511230	4.9917	0156
ERROR A	2	0.204834	0.102417		
FACTOR B	3	1.001953	0.333984	1.5196	0.259
A X B	3	0.023682	0.007894	0.0359	0.990
ERROR B	12	2.637451	0.219788		
TOTAL	23	16.957031			
	C.V.(ERROR B)	3.927 %			

CUADRO 38 ANÁLISIS DE VARIANCA DE HUMEDAD DEL SUELO ÉPOCA LLUVIOSA
(ABRIL), CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS CANCATA 2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	32.233398	16.116699	5.3505	0.159
FACTOR A	1	2.932617	2.932617	0.9736	0.571
ERROR A	2	6.024414	3.012207		
FACTOR B	3	13.170898	4.390299	0.5545	0.658
A X B	3	63.375977	21.125326	2.6681	0.094
ERROR B	12	95.014648	7.917887		
TOTAL	23	212.751953			
	C.V.(ERROR B)	13.898 %			

CUADRO 39 ANÁLISIS DE VARIANCA DE HUMEDAD DEL SUELO ÉPOCA SECA
(DICIEMBRE), CON FACTORES LABRANZAS Y ABONOS CANCATA 2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	94.527344	47.263672	3.1330	0.242
FACTOR A	1	9.080078	9.080078	0.6019	0.520
ERROR A	2	30.171875	15.085938		
FACTOR B	3	139.943359	46.647785	3.3273	0.056
A X B	3	38.005859	12.668620	0.9036	0.530
ERROR B	12	168.234375	14.019531		
TOTAL	23	479.962891			
	C.V.(ERROR B)	11.909 %			

CUADRO 40 ANÁLISIS DE VARIANCA DE MATERIA ORGÁNICA SEGÚN LOS TIPOS DE
LABRANZA Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	0.248291	0.124146	1017.0000	0.001**
FACTOR A	1	0.77881	0.077881	638.0000	0.001**
ERROR A	2	0.000244	0.000122		
FACTOR B	3	11.173340	3.724447	127.0396	0.000**
A X B	3	0.044678	0.014893	0.5080	0.687
ERROR B	12	0.351807	0.029317		
TOTAL	23	11.896240			
	C.V.(ERROR B)	1.498 %			

CUADRO 41 ANÁLISIS DE VARIANCA DE NITRÓGENO SEGÚN LOS TIPOS DE LABRANZA Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	0.061371	0.030685	3.0986	2.44
FACTOR A	1	0.027344	0.027344	2.7612	0.239
ERROR A	2	0.019806	0.009903		
FACTOR B	3	2.033157	0.677719	100.8095	0.000**
A X B	3	0.012543	0.004181	0.6219	0.617
ERROR B	12	0.080673	0.0006723		
TOTAL	23	2.234894			
	C.V.(ERROR B)	3.060 %			

CUADRO 42 ANÁLISIS DE VARIANCA DE CONTENIDO DE FÓSFORO SEGÚN, TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	2.406250	1.203125	8.2963	0.108
FACTOR A	1	4.017578	4.017578	27.7037	0.031*
ERROR A	2	0.290039	0.145020		
FACTOR B	3	21.546875	7.182292	32.5428	0.000**
A X B	3	1.259766	0.419922	1.9027	0.182
ERROR B	12	2.648438	0.220703		
TOTAL	23	32.168945			
	C.V.(ERROR B)	1.979 %			

CUADRO 43 ANÁLISIS DE VARIANCA DE CONTENIDO DE POTASIO SEGÚN LOS TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	4.500000	2.250000	0.4390	0.695
FACTOR A	1	40.000000	40.000000	7.8049	0.108
ERROR A	2	10.250000	5.125000		
FACTOR B	3	605.500000	201.833328	56.0000	0.00**
A X B	3	14.500000	4.833333	1.3410	0.307
ERROR B	12	43.250000	3.604167		
TOTAL	23	718.000000			
	C.V.(ERROR B)	0.531 %			

CUADRO 44 ANÁLISIS DE VARIANCA DE CONTENIDO DE CALCIO SEGÚN TIPOS DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	0.197266	0.098633	0.1342	0.881
FACTOR A	1	3.300049	3.300049	4.4900	0.169
ERROR A	2	1.469971	0.734985		
FACTOR B	3	28.130859	9.376953	78.1975	0.000**
A X B	3	0.155518	0.051839	0.4323	0.736
ERROR B	12	1.438965	0.119914		
TOTAL	23	34.692627			
	C.V.(ERROR B)	3.123 %			

CUADRO 45 ANÁLISIS DE VARIANCA DE CONTENIDO DE MAGNESIO SEGÚN
LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	0.013245	0.006622	0.4289	0.700
FACTOR A	1	0.003204	0.003204	0.2075	0.690
ERROR A	2	0.030884	0.015442		
FACTOR B	3	0.286041	0.095347	23.6841	0.000**
A X B	3	0.001709	0.000570	0.1415	0.933
ERROR B	12	0.048309	0.004026		
TOTAL	23	0.383392			
	C.V.(ERROR B)	1.901 %			

CUADRO 46 ANÁLISIS DE VARIANCA DE NODULACIÓN DE TRÉBOL SEGÚN TIPOS
DE LABRANZAS Y ABONOS, CANCATA 2004-2005

Fuentes	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
REPETICIONES	2	37.750000	18.875000	1.2548	0.444
FACTOR A	1	0.041504	0.041504	0.0028	0.962
ERROR A	2	30.03496	15.041748		
FACTOR B	3	183.125000	61.041668	2.6396	0.097
A X B	3	230.125488	76.708496	3.3171	0.056
ERROR B	12	277.499512	23.124960		
TOTAL	23	758.625000			
	C.V.(ERROR B)	0.28.49 %			

CUADRO 47 NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluación pradera "chilliguar" (*Festuca dolichophylla*) mediante incorporación de abonos orgánicos y siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) sin y con labranza mínima en Puno

COSTO DE PRODUCCION POR HECTÁREA :

Tratamiento: (a1b0) "Siembra trébol blanco en sistema sin labranza y sin abono"

DEPARTAMENTO: Puno	DISTANCIAMIENTO: Siembra al voleo
PROVINCIA: Azángaro	ÉPOCA DE SIEMBRA: Diciembre
DISTRITO : Santiago de Pupuja	NIVEL TECNOLÓGICO: Tradicional
CULTIVO: Trébol blanco	RENDIMIENTO: 6290 kg FV ha ⁻¹

RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR (Ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				67,60
A. INSUMOS				40,00
Inoculante	gramos	40	0,1	4,00
Semilla	Kg	2	18,00	36,00
Abono orgánico	Kg	-	-	
B.MANO DE OBRA				23,96
Inoculación	Jornal	0,125	15	1,88
Labranza mínima	Jornal			0
Siembra	Jornal	1	15	15,00
Abonamiento	Jornal	-	-	
Leyes sociales	%	21		3,54
Beneficios sociales	%	21		3,54
C. OTROS GASTOS				0,39
Transporte	Pasaje	0,13	3	0,39
				0
D. IMPREVISTOS				3,25
Previsión por variación de precios/costos (A+B)	%	63,96	5	3,20
II. COSTOS INDIRECTOS				48,25
Alquiler de terreno	S/.	1	40	40,00
Costos Financieros (C.D.)	%	67,60	2,8	1,89
Asistencia Técnica	%	67,60	5,9	3,99
Administración y supervisión	%	67,60	3,5	2,37
III. COSTO TOTAL POR Há				115,84
RESUMEN EVALUACIÓN DE COSTOS TRATAMIENTO: "SIN LABRANZA Y SIN ABONO"				
IV. COSTO TOTAL				115,84
RENDIMIENTO Kg/ha				6290
V. PRECIO UNITARIO ESTIMADO				0,1
PRECIO DE VENTA				0,1
VI. BENEFICIO DEL PRODUCTOR				513,16
VII. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO B/C =				5,43

CUADRO 48 NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluación de pradera "chilliguar" (*Festuca dolichophylla*) mediante incorporación de abonos orgánicos y siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) sin y con labranza mínima en Puno.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA :

Tratamiento:(a1b1) "Siembra trébol blanco en sistema sin labranza y con Azotolam"

DEPARTAMENTO: Puno	DISTANCIAMIENTO:	Siembra al voleo		
PROVINCIA: Azángaro	ÉPOCA DE SIEMBRA:	Diciembre		
DISTRITO : Santiago de Pupuja	NIVEL TECNOLÓGICO:	Tradicional		
CULTIVO: Trébol blanco	RENDIMIENTO:	5180 FV ha ⁻¹		
RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR (Ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				158,68
A. INSUMOS				96,04
Inoculante	gramos	40	0,10	4,00
Semilla	Kg	2	18,00	36,00
Abono orgánico Azotolam	Kg	1,2	46,70	56,04
B.MANO DE OBRA				54,72
Inoculación	Jornal	0,125	15,00	1,88
Labranza mínima	Jornal			0,00
Siembra	Jornal	1	15,00	15,00
Abonamiento	Jornal	1	15,00	15,00
Leyes sociales	%	21,00		11,42
Beneficios sociales	%	21,00		11,42
C. OTROS GASTOS				0,39
Transporte	Pasaje	0,13	3,00	0,39
D.IMPREVISTOS				7,54
Previsión por variación de precios/costos (A+B)	%	150,76	5	7,54
II. COSTOS INDIRECTOS				59,36
Alquiler de terreno	S/.	1	40,00	40,00
Costos Financieros (C.D.)	%	158,68	2,8	4,44
Asistencia Técnica	%	158,68	5,9	9,36
Administración y supervisión	%	158,68	3,5	5,55
III.COSTO TOTAL POR HECTAREA				218,04
RESUMEN EVALUACIÓN DE COSTOS TRATAMIENTO: "SIN LABRANZA Y CON AZOTOLAM"				
IV. COSTO TOTAL				218,04
RENDIMIENTO Kg ha ⁻¹				5180,00
V. PRECIO UNITARIO ESTIMADO				0,10
PRECIO DE VENTA				0,10
VI. BENEFICIO DEL PRODUCTOR				299,96
VII. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO B/C =				2,38

CUADRO 49 NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluación pradera natural "chilliguar"
(*Festuca dolichophylla*) mediante incorporación de abonos orgánicos y siembra
de trébol blanco (*Trifolium repens*) sin y con labranza mínima en Puno

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA :

Tratamiento:(a2b1) "Siembra trébol blanco en sistema con labranza y Azotolam"

DEPARTAMENTO: Puno	DISTANCIAMIENTO: Siembra al voleo			
PROVINCIA: Azángaro	ÉPOCA DE SIEMBRA: Diciembre			
DISTRITO : Santiago de Pupuja	NIVEL TECNOLÓGICO: Tradicional			
CULTIVO: Trébol blanco	RENDIMIENTO: 5360 kg FV ha ⁻¹			
RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR (Ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				215,84
A. INSUMOS				96,04
Inoculante	gramos	40	0,10	4,00
Semilla	Kg	2	18,00	36,00
Abono orgánico Azotolam	Kg	1,2	46,70	56,04
B.MANO DE OBRA				109,16
Inoculación	Jornal	0,125	15,00	1,88
Labranza mínima	Jornal	1	15	15,00
Siembra	Jornal	1	15,00	15,00
Abonamiento	Jornal	3	15,00	45,00
Leyes sociales	%	21,00		16,14
Beneficios sociales	%	21,00		16,14
C. OTROS GASTOS				0,39
Transporte	Pasaje	0,13	3	0,39
D. IMPREVISTOS				10,26
Previsión por variación de precios/costos (A+B)	%	205,20	5	10,26
II. COSTOS INDIRECTOS				66,33
Alquiler de terreno	S/.	1	40,00	40,00
Costos Financieros (C.D.)	%	215,84	2,8	6,04
Asistencia Técnica	%	215,84	5,9	12,73
Administración y supervisión	%	215,84	3,5	7,55
III. COSTO TOTAL POR Há				282,18
RESUMEN EVALUACIÓN DE COSTOS TRATAMIENTO: "CON LABRANZA Y CON AZOTOLAM"				
				282,18
RENDIMIENTO Kg/ha				5360
V. PRECIO UNITARIO ESTIMADO				0,10
PRECIO DE VENTA				0,10
VI. BENEFICIO DEL PRODUCTOR				253,82
VII. RELACION BENEFICIO/COSTO B/C =				1,90

CUADRO 50 NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluación pradera natural "chilliguar"
(Festuca dolichophylla) mediante incorporación de abonos orgánicos y siembra
de trébol blanco (*Trifolium repens*) sin y con labranza mínima en Puno

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA :

Tratamiento:(a2b3) "Siembra trébol blanco en sistema con labranza y estiércol descompuesto ovino"

DEPARTAMENTO: Puno	DISTANCIAMIENTO: Siembra al voleo
PROVINCIA: Azángaro	ÉPOCA DE SIEMBRA: Diciembre
DISTRITO : Santiago de Pupuja	NIVEL TECNOLÓGICO: Tradicional
CULTIVO:Trébol blanco	RENDIMIENTO: 4530 kg FV ha ⁻¹

RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR (Ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				307,11
A. INSUMOS				101,06
Inoculante	gramos	40	0,10	4,00
Semilla	Kg	2	18,00	36,00
Abono orgánico estiércol ovino	t	3	150,00	450,00
B.MANO DE OBRA				191,06
Inoculación	Jornal	0,125	15,00	1,88
Labranza mínima	Jornal	6	15	90,00
Siembra	Jornal	1,5	15,00	22,50
Abonamiento	Jornal			0,00
Leyes sociales	%	21,00		38,34
Beneficios sociales	%	21,00		38,34
C. OTROS GASTOS				0,39
Transporte	Transporte	3	25,00	75,00
D.IMPREVISTOS				14,61
Previsión por variación de precios/costos (A+B)	%	292,11	5	14,61
II. COSTOS INDIRECTOS				77,47
Alquiler de terreno	S/.	1	40,00	40,00
Costos Financieros (C.D.)	%	307,11	2,8	8,60
Asistencia Técnica	%	307,11	5,9	18,12
Administración y supervisión	%	307,11	3,5	10,75
III.COSTO TOTAL POR Há				384,57
RESUMEN COSTOS TRATAMIENTO: "CON LABRANZA Y ESTIÉRCOL DESCOMPUESTO OVINO"				
IV. COSTO TOTAL				384,57
RENDIMIENTO Kg/ha				4530
V. PRECIO UNITARIO ESTIMADO				0,10
PRECIO DE VENTA				0,10
VI. BENEFICIO DEL PRODUCTOR				68,43
VII. RELACION BENEFICIO/COSTO B/C =				1,18

CUADRO 51 NOMBRE DEL PROYECTO: Evaluación pradera natural "chilliguar" (*Festuca dolichophylla*) mediante incorporación de abonos orgánicos y siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) sin y con labranza mínima en Puno
COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA :
Tratamiento:(a2b0) "Siembra trébol blanco en sistema con labranza y sin abono"

DEPARTAMENTO: Puno	DISTANCIAMIENTO: Siembra al voleo
PROVINCIA: Azángaro	ÉPOCA DE SIEMBRA: Diciembre
DISTRITO : Santiago de Pupuja	NIVEL TECNOLÓGICO: Tradicional
CULTIVO:Trébol blanco	RENDIMIENTO: 4160 kg FV ha ⁻¹

RUBROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR (Ha)	PRECIO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				289,34
A. INSUMOS				92,60
Inoculante	gramos	40	0,10	4,00
Semilla	Kg	2	18,00	36,00
Abono orgánico	Kg			0,00
B.MANO DE OBRA				182,60
Inoculación	Jornal	0,125	15,00	1,88
Labranza mínima	Jornal	6	15	90,00
Siembra	Jornal	1,5	15,00	22,50
Abonamiento	Jornal			0,00
Leyes sociales	%	21,00		34,11
Beneficios sociales	%	21,00		34,11
C. OTROS GASTOS				0,39
Transporte	Pasaje	0,13	3	0,39
D.IMPREVISTOS				13,76
Previsión por variación de precios/costos (A+B)	%	275,20	5	13,76
II. COSTOS INDIRECTOS				75,30
Alquiler de terreno	S/.	1	40,00	40,00
Costos Financieros (C.D.)	%	289,34	2,8	8,10
Asistencia Técnica	%	289,34	5,9	17,07
Administración y supervisión	%	289,34	3,5	10,13
III.COSTO TOTAL POR Há				364,64
RESUMEN EVALUACIÓN DE COSTOS TRATAMIENTO: "CON LABRANZA Y SIN ABONO"				
IV. COSTO TOTAL				364,64
RENDIMIENTO Kg/ha				4160,00
V. PRECIO UNITARIO ESTIMADO				0,10
PRECIO DE VENTA				0,10
VI. BENEFICIO DEL PRODUCTOR				51,36
VII. RELACION BENEFICIO/COSTO B/C =				1,14

**CUADRO 52 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR EVALUACIÓN INICIAL
(24-11-04), ANTES DE INCORPORAR TRATAMIENTOS FUNDO CANCATA MERCEDES-AZÁNGARO**

Especie vegetal	N' Especie	Frecuencia (%)	Composición florística (%)
<i>Alchemilla pinnata</i>	3	1,59	2,4
<i>Carex ecuadorica</i>	21	31	21,1
<i>Festuca dolichophylla</i>	16	25,78	16
<i>Trifolium amabile</i>	1	3,45	1,6
<i>Eleocharis albibracteate</i>	6	14,35	6,5
<i>Hipochaeris taraxacoides</i>	1	0,25	0,21
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	12	21,67	12
<i>Distichlis humilis</i>	1	0,34	0,22
<i>Poa horridola</i>	4	7,79	4
<i>Bromus catharticus</i>	1	1,29	0,3
	66		64,33
<i>Taraxacum officinalis</i>	1	2,01	1,2
<i>Paspalum pigmaeun</i>	0	0	0
<i>Geranium sessiliflorum</i>	1	2,68	1,4
<i>Calamagrostis curvula</i>	1	2,62	1,7
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	1	5,24	1,5
<i>Scirpus rigidus</i>	2	4,79	1,9
<i>Sporobolus poereti</i>	1	1,96	1,14
<i>Festuca dichoclada</i>	0	0	0
<i>Juncos</i>	2	5,63	1,9
<i>Stibra</i>	1	3,01	1
	10		11,74
<i>Oxalis sp</i>	1	0,56	0,5
Sombrerito	1	3,13	1,2
Habichuela	1	0,17	0,07
	3		1,77
Mantillo	14	24,22	15,2
Suelo desnudo	7	16,39	7
Total	100		100,04

CUADRO 53 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL Y ABONOS EN "PARCELA SIN LABRANZA" EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA (13-04-05) FUNDO CANCATA MERCEDES-AZÁNGARO

	AZOTOLAM SIN LABRANZA (a1b1)			EXCRETA DE LOMBRIZ SIN LABRANZA (a1b2)			ESTIERCOL DESCOMPUESTO SIN LABRANZA (a1b3)			SIN ABONO Y SIN LABRANZA (a1b0)		
Especie vegetal	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)
<i>Trifolium repens</i>	21	20,67	80,00	14	14,00	66,67	34	34,00	86,67	24	24,00	80,00
<i>Alchemilla pinnata</i>	3	3,33	33,33	8	8,00	46,67	7	7,33	33,33	6	6,00	8,67
<i>Carex ecuadorica</i>	16	16,00	73,33	10	10,00	53,33	6	6,00	53,33	6	6,00	26,67
<i>Festuca dolichophylla</i>	24	24,00	100,00	12	12,00	46,67	26	26,00	93,33	15	15,00	40,00
<i>Trifolium amabile</i>	4	4,00	26,67	7	7,33	33,33	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00
<i>Eleocharis albibracteata</i>	4	4,00	26,67	8	8,00	33,33	3	2,67	26,67	7	6,67	60,00
<i>Hipochaeris taraxacoides</i>	1	0,67	6,67	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	7	6,67	46,67	9	8,67	60,00	13	13,33	60,00	14	14,00	46,67
<i>Distichlis humilis</i>	1	1,33	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	3,00	0,00
<i>Poa horridola</i>	1	1,33	13,33	13	12,67	33,33	4	4,00	13,33	12	12,00	73,33
<i>Bromus catharticus</i>	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	1	1,33	13,33	2	2,00	13,33
	82	82,00		83	82,01		95	95,33		89	88,67	
<i>Taraxacum officinalis</i>	1	1,33	13,33	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	3,00	0,00
<i>Paspalum pigmaeun</i>	2	2,00	13,33	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Geranium sessiliflorum</i>	3	2,67	20,00	3	2,67	20,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Pampa Anis	1	1,33	6,67	1	1,33	13,33	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Calamagrostis curvula</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Scirpus rigidus</i>	3	3,33	20,00	3	3,33	20,00	3	2,67	6,67	2	2,00	0,00
<i>Sporobolus poeeti</i>	0	0,00	0,00	1	1,33	13,33	0	0,00	0,00	2	2,00	0,00
<i>Festuca dichocleda</i>	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Juncos</i>	2	2,00	20,00	0	0,00	0,00	1	1,33	13,33	2	2,00	13,33
	13	13,33		10	10		4	4		9	9	
<i>Senecio sp</i>	0	0,00	0,00	0	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Sombrero	0	0,00	0,00	0	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	0	0,00	0,00	1	2,01		0	0,00		0	0,00	0,00
Mantillo	5	4,67	33,33	5	5,33	40,00	0	0,00	0,00	1	1,00	13,33
Musgo	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	1	0,67	6,67	1	1,00	13,33
Total	100	100		100	100,02		100	100		100	99,67	

CUADRO 54 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL BLANCO Y ABONOS EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA (13-04-05) EN "PARCELA CON LABRANZA" FUNDO CANCATA MERCEDES-AZÁNGARO

Especie vegetal	AZOTOLAM CON LABRANZA (a2b1)			EXCRETA DE LOMBRIZ CON LABRANZA (a2b2)			ESTIERCOL DESCOMPUESTO CON LABRANZA (a2b3)			CON ABONO Y SIN LABRANZA (a2b0)		
	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)
<i>Trifolium repens</i>	17	17,33	73,33	18	18,00	73,33	13	12,67	66,67	20	20,00	86,67
<i>Alchemilla pinnata</i>	1	0,67	6,67	0	0,67	6,67	2	2	13,33	3	3,33	6,67
<i>Carex ecuadorica</i>	10	10,00	80,00	4	4,00	33,33	14	14,00	53,33	16	16,33	80,00
<i>Festuca dolichophylla</i>	20	20,00	80,00	22	22,00	80,00	15	15,00	86,67	27	27,33	86,67
<i>Trifolium amabile</i>	2	2,00	13,33	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	2	2,67	26,67
<i>Eleocharis albibracteata</i>	8	8,00	53,33	16	16,00	60,00	6	6,00	33,33	1	1,33	13,33
<i>Hipochaeris taraxacoides</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	2,67	13,33
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	15	15,33	53,33	15	15,00	53,33	14	14,00	73,33	16	16,00	66,67
<i>Distichlis humilis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Poa horridula</i>	17	16,67	46,67	4	4,00	13,33	11	11,33	26,67	0	0,00	0,00
<i>Bromus catharticus</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	1,33	13,33	2	2,00	20,00
	90	90,00		79	79,67		76	76,33		90	91,66	
<i>Taraxacum officinalis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	1	1,33	6,67
<i>Paspalum pigmaeum</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Geranium sessiliflorum</i>	1	1,33	13,33	0	0,00	0,00	1	1,33	6,67	4	4,00	26,67
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Scirpus rigidus</i>	1	0,67	6,67	15	14,67	53,33	1	0,67	6,67	1	0,67	6,67
<i>Sporobolus poereti</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	4	4,00	13,33	0	0,00	0,00
<i>Festuca dichoclada</i>	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Juncos</i>	5	5,33	26,67	1	0,67	6,67	13	13,33	0,17	1	0,67	6,67
<i>Stibra</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	7	7,33	46,67	18	16,66		20	20,00		7	6,67	
<i>Senecio sp</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Oxalis sp</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	2	2,00	6,67
Sombrito	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Plantago linearis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,33	6,67	0	0,00	0,00
Habichuela	0	0,00	0,00	1	1,33	6,67	1	0,67	20,00	0	0,00	0,00
	0	0,00	0,00	1	1,33		2	1,67		2	2,00	
Mantillo	3	3,33	26,67	2	2,00	20,00	2	2,67	20,00	3	2,67	
Musgo	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Suelo desnudo	0	0,00	0,00	1	0,67	6,67	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Total	100	100,66		101	100,35		100	100,67		102	103	

CUADRO 55 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL BLANCO Y ABONOS EN "PARCELA SIN LABRANZA" ÉPOCA SECA (06-12-05) CANCATA SECTOR MERCEDES- AZÁNGARO

Especie vegetal	AZOTOLAM SIN LABRANZA (a1b1)			EXCRETA DE LOMBRIZ SIN LABRANZA (a1b2)			ESTIERCOL DESCOMPUESTO SIN LABRANZA (a1b3)			SIN ABONO Y SIN LABRANZA (a1b0)		
	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)
<i>Trifolium repens</i>	24	24,33	7,33	18	18,33	4,67	21	21,00	6,67	11	10,67	3,33
<i>Alchemilla pinnata</i>	3	3,33	2,67	10	10,67	4,67	10	10,33	4,67	5	4,67	2,33
<i>Carex ecudonca</i>	11	10,67	0,67	13	13,33	7,33	11	11,00	7,00	17	17,33	6,33
<i>Festuca dolichophylla</i>	21	20,67	9,00	11	10,67	0,67	18	18,00	6,67	13	13,33	6,33
<i>Trifolium amabile</i>	2	2,00	1,00	2	2,00	1,67	1	1,00	0,67	1	0,67	0,33
<i>Eleocharis albibracteata</i>	6	6,33	4,00	9	8,67	4,00	5	5,00	4,33	11	11,00	5,67
<i>Hipochaeris taraxacoides</i>	0	0,33	0,33	1	0,67	0,33	1	0,67	0,33	0	0,00	0,00
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	9	8,67	5,67	9	9,33	5,33	5	4,67	3,00	9	9,00	5,33
<i>Distichlis humilis</i>	1	0,67	0,67	1	1,33	1,33	4	3,67	3,00	4	3,67	2,33
<i>Poa horridola</i>	1	1,00	0,67	1	1,00	0,67	2	2,00	1,33	5	5,33	4,00
<i>Bromus catharticus</i>	0	0,00	0,00	1	0,67	0,67	2	2,00	1,33	1	0,33	0,33
	78	78		78	78,67		80	79,34		77	76	
<i>Taraxacum officinalis</i>	1	0,67	0,33	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Paspalum pigmaeum</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Geranium sessiliflorum</i>	3	2,67	1,67	2	1,67	1,00	1	1,00	0,67	1	1,00	0,67
<i>Calamagrostis curvula</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Scirpus rigidus</i>	1	0,67	0,67	1	0,67	0,33	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Sporobolus poireti</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Festuca dichoclada</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Napalium sp.</i>	1	0,67	0,67	1	0,67	0,67	1	1,00	1,00	0	0,33	0,33
<i>Juncos</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Stibra</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	6	4,68		4	3,01		2	2		1	1,33	
<i>Senecio sp</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Oxalis sp</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Sambreñito	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Plantago linearis</i>	0	0,33	0,33	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
Habichuela	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	0	0,33		0	0		0	0		0	0	
Mantillo	6	6,67	4,67	10	10,67	5,00	11,00	11,00	6,67	13	13,33	6,33
Musgo	0	0,67	0,67	1	0,67	0,67	2,00	2,67	1,67	0	0,00	0,00
Suelo desnudo	10	9,67	5,33	9	9,00	5,00	5,00	5,00	2,00	9	9,33	6,33
Total	100	100,02		100	100,02		100	100,01		100	99,99	

CUADRO 56 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE PRADERA NATIVA CHILLIGUAR CON TRÉBOL BLANCO Y ABONOS EN "PARCELA CON LABRANZA" EVALUACIÓN ÉPOCA SECA (06-12-05)CANCATA SECTOR MERCEDES- AZÁNGARO

Especie vegetal	AZOTOLAM CON LABRANZA (a2b1)			EXCRETA DE LOMBRIZ CON LABRANZA (a2b2)			ESTIERCOL DESCOMPUESTO CON LABRANZA (a2b3)			SIN ABONO Y CON LABRANZA (a2b0)		
	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)	N° Especie	Composición florística (%)	Frecuencia (%)
<i>Trifolium repens</i>	8	8,00	2,33	10	10,00	3,00	9	9,33	2,67	33	33,00	8,67
<i>Alchemilla pinnata</i>	3	3,33	1,67	2	2,33	2,33	7	7,33	3,33	3	3,33	1,33
<i>Carex ecuadorica</i>	18	17,67	8,67	13	13,33	8,00	10	9,67	6,33	16	16,33	7,67
<i>Festuca dolichophylla</i>	17	17,00	7,67	18	18,00	7,00	16	15,67	7,33	11	11,00	6,00
<i>Trifolium amabile</i>	1	0,67	0,33	1	0,33	0,33	3	2,67	1,67	2	1,67	1,00
<i>Eleocharis albibracteata</i>	8	7,67	5,67	15	14,67	7,67	9	9,33	6,00	8	8,00	5,33
<i>Hipochaeris taraxacoides</i>	1	1,33	0,33	0	0,00	0,00	0	0,33	0,33	1	1,00	1,00
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	8	8,33	5,33	13	12,67	6,33	10	9,67	6,33	6	5,33	3,67
<i>Distichlis humilis</i>	2	2,33	2,00	4	4,33	2,67	4	4,00	2,67	2	2,00	1,33
<i>Poa horridola</i>	3	3,33	2,67	2	2,33	1,67	2	2,33	2,00	1	0,67	0,67
<i>Bromus catharticus</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	69	69,66		76	75,99		70	70,33		83	82,33	
<i>Taraxacum officinalis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Paspalum pigmaeun</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Geranium sessiliflorum</i>	4	3,67	1,67	0	0,33	0,33	4	3,67	2,33	6	6,00	3,00
<i>Calamagrostis curvula</i>	1	1,33	0,67	0	0,00	0,00	1	0,67	0,33	0	0,33	0,33
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Scirpus rigidus</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,33	0,33
<i>Sporobolus poereti</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
<i>Festuca dichoclada</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	5	5,00		0	0,33		5	4,34		6	6,66	
<i>Plantado linearis</i>	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	1,00	0,67	0	0,00	0,00
	0	0,00		0	0,00		1	1,00		0	0,00	
Mantillo	17	17,00	8,33	14	13,67	6,00	13	12,67	6,00	8	8,00	4,67
Musgo	1	1,00	1,00	1	1,00	0,67	1	1,00	0,67	0	0,33	0,33
Suelo desnudo	7	7,00	3,00	9	8,67	4,67	10	10,33	6,00	3	3,00	2,67
Total	99	99,66		100	99,66		100	99,67		100	100,32	

CUADRO 57 ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS DE PRADERA CHILLIGUAR MEJORADA MEDIANTE INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y SIEMBRA DE TRÉBOL BLANCO SIN Y CON LABRANZA MÍNIMA-CANCATA AZÁNGARO 2005

TRATAMIENTO	pH	C.E.	M.O.	N	P	K	Ca	Mg
		dS/m	%	%	Ppm	ppm	me/100g	me/100g
Bloque I								
a1b0	6.84	0.33	3.42	0.16	22.29	354	9.28	3.21
a1b1	6.82	0.32	3.53	0.21	23.36	359	9.89	3.26
a1b2	6.75	0.36	4.12	0.23	24.14	360	10.54	3.31
a1b3	6.44	0.38	4.32	0.28	24.16	364	11.53	3.36
a2b0	6.83	0.32	3.51	0.15	23.01	347	10.45	3.22
a2b1	6.81	0.31	3.49	0.23	25.15	356	10.46	3.25
a2b2	6.71	0.36	4.16	0.25	26.12	361	12.35	3.40
a2b3	6.49	0.39	4.48	0.34	25.14	360	13.58	3.51
Bloque II								
a1b0	6.82	0.32	3.39	0.15	22.30	352	9.78	3.22
a1b1	6.80	0.31	3.55	0.19	22.56	353	10.12	3.27
a1b2	6.77	0.45	4.55	0.24	23.15	362	12.35	3.65
a1b3	6.48	0.46	4.35	0.25	24.00	366	12.22	3.57
a2b0	6.79	0.35	3.35	0.14	22.29	350	9.87	3.20
a2b1	6.76	0.33	3.56	0.19	22.45	355	10.68	3.22
a2b2	6.59	0.38	4.72	0.25	24.15	361	12.15	3.45
a2b3	6.36	0.46	4.55	0.26	25.50	364	12.56	3.38
Bloque III								
a1b0	6.83	0.32	3.40	0.14	22.28	353	9.45	3.20
a1b1	6.81	0.31	3.54	0.22	22.98	356	9.72	3.25
a1b2	6.76	0.40	4.30	0.23	24.60	361	11.89	3.45
a1b3	6.46	0.42	4.33	0.27	24.08	365	11.86	3.44
a2b0	6.83	0.33	3.45	0.16	22.90	348	10.13	3.21
a2b1	6.78	0.32	3.51	0.21	23.16	350	10.52	3.24
a2b2	6.65	0.37	4.43	0.24	25.60	360	12.25	3.42
a2b3	6.38	0.42	4.40	0.28	25.25	362	12.55	3.41

OBSERVACIONES. - C.E.= Conductividad eléctrica, M.O.= Materia Orgánica, N= Nitrógeno, P= Fósforo y K= Potasio

CUADRO 58 ANÁLISIS ECONÓMICO PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (kg ha⁻¹), EVALUACIÓN ÉPOCA LLUVIOSA PRADERA CHILLIGUAR (*Festuca dolichophylla*) MEJORADA, MEDIANTE INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y SIEMBRA DE TRÉBOLBLANCO, SIN Y CON LABRANZA MÍNIMA EN FUNDO CANCATA-MERCEDES AZÁNGARO.

Nº Ord.	Tratamientos del experimento	Costo de Producción S/.	Producción FV kg ha ⁻¹	Ingreso económico S/.	Precio de venta kg/FV S/.	Relación B/C
1	S. sin labranza y sin abono (a1b0)	115.84	6290.00	513.16	0.10	5.43
2	S. sin labranza y con Azotolam (a1b1)	218.04	5180.00	299.96	0.10	2.38
3	S. sin labranza y con excreta de lombriz (a1b2)	893.41	4410.00	-452.41	0.10	0.45
4	S. sin labranza y con estiércol de ovino (a1b3)	721.21	5660.00	-155.21	0.10	0.78
5	S. con labranza mínima y sin abono (a2b0)	364.64	4160.00	51.36	0.10	1.14
6	S. con labranza mínima y con Azotolam (a2b1)	282.18	5360.00	253.82	0.10	1.90
7	S. con labranza y con excreta de lombriz (a2b2)	1021.99	5130.00	-508.99	0.10	0.50
8	S. con labranza y con estiércol de ovino (a2b3)	384.57	4530.00	68.43	0.10	1.18

CUADRO 59 DATOS METEREOLÓGICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL DE AZÁNGARO (2004-2005)
COMPARADOS CON PROMEDIO DE 10 AÑOS (1985-2004)

Meses	Temparatura (°C)						Precipitación(mm)	
	Máxima		Mínima		Media		Normal	2004-2005
	Normal	2004-2005	Normal	2004-2005	Normal	2004-2005		
Junio	14.89	17.00	-1.26	-4.30	6.72	5.90	2.58	0.30
Julio	15.23	17.79	-1.20	-5.80	6.86	5.90	2.21	0.00
Agosto	15.61	17.96	-0.29	-3.00	7.83	7.40	10.55	2.80
Septiembre	16.62	18.67	1.56	-3.30	9.14	7.95	22.80	16.50
Octubre	16.95	18.69	2.66	0.70	9.74	9.95	68.32	39.60
Noviembre	17.55	18.00	3.89	1.75	9.71	10.25	47.99	11.00
Diciembre	17.16	18.87	4.72	2.85	10.87	11.15	95.39	62.60
Enero	15.91	16.46	5.21	4.00	10.52	10.50	173.96	71.50
Febrero	15.66	16.01	5.06	5.00	10.37	10.00	138.31	42.50
Marzo	15.22	16.19	4.97	5.00	10.18	10.20	122.85	171.80
Abril	15.71	16.82	3.48	2.00	9.58	8.60	53.03	78.50
Mayo	15.50	17.39	0.44	-5.05	7.53	5.90	6.90	28.60
TOTAL	192.01	209.95	29.24	-0.15	109.05	103.70	744.89	525.70
PROMEDIO	16	17.49	2.44	-0.01	9.09	8.64	62.07	43.81

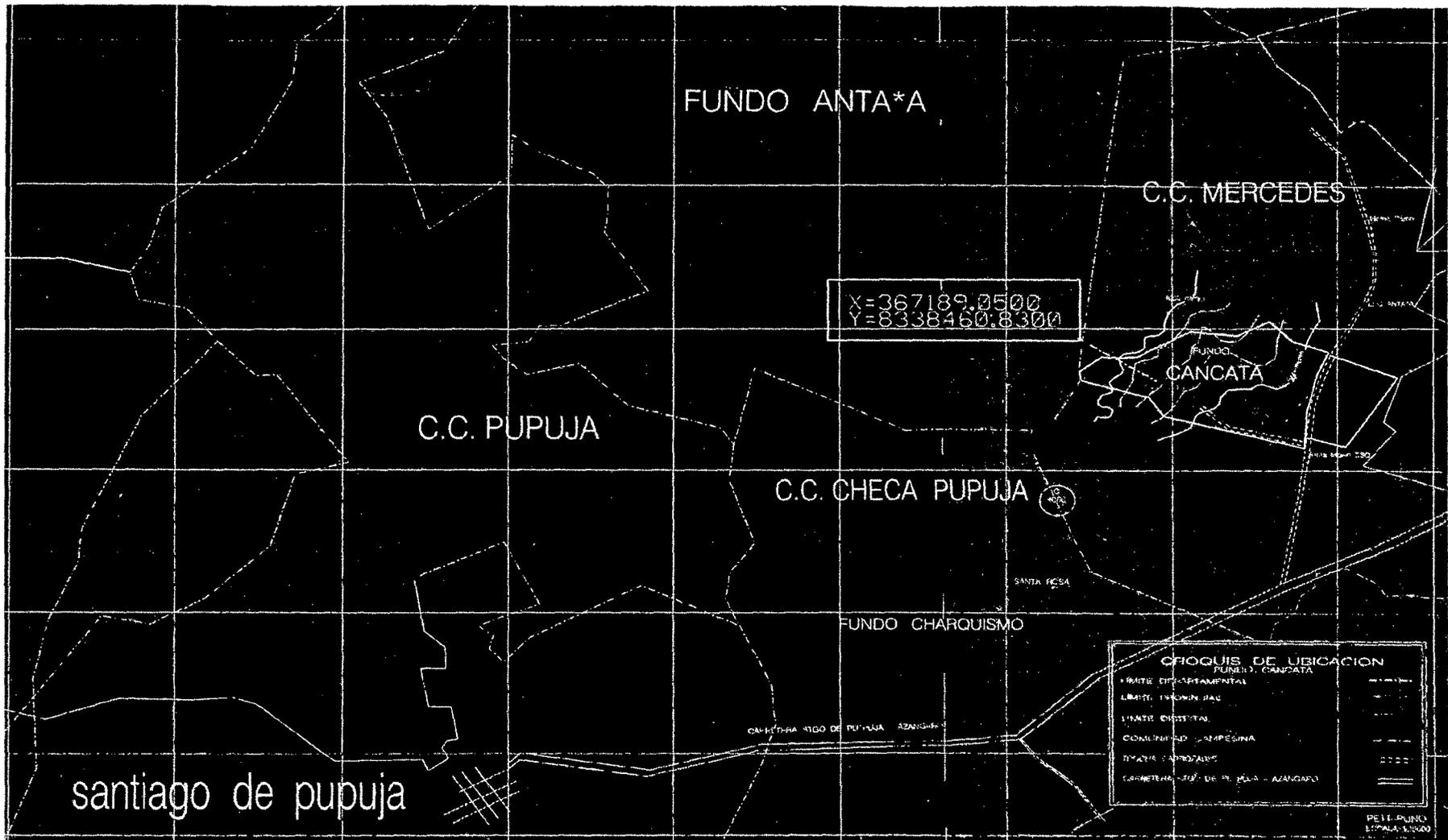


FIGURA N° 26 UBICACIÓN DEL FUNDO CANCATA MERCEDES AZANGARO.