

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**“ABONAMIENTO CON GUANO DE ISLA Y FERTILIZANTES
SINTETICOS EN CINCO ESPECIES DE PASTOS
NATURALES EN CCARHUACCPAMPA
(AYACUCHO) 4000 m.s.n.m.”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AGRONOMA

PRESENTADO POR:

Yina QUISPE PEÑA

AYACUCHO – PERÚ

2012

Tesis
Ag 955
Qui

**ABONAMIENTO CON GUANO DE ISLA Y FERTILIZANTES SINTETICOS
EN CINCO ESPECIES DE PASTOS NATURALES EN
CCARHUACCPAMPA (AYACUCHO) 4000 m.s.n.m.
RECOMENDADO : 03 DE DICIEMBRE DEL 2012
APROBADO : 19 DE DICIEMBRE DEL 2012**



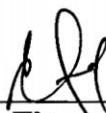
Ing. Wilfredo D. González Guzmán
Presidente



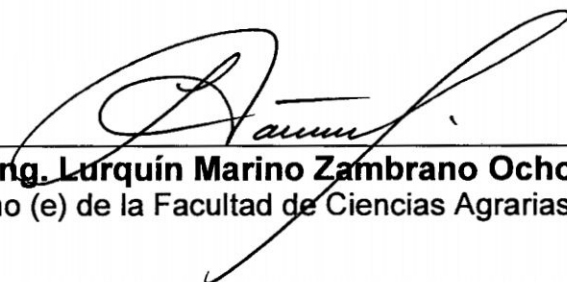
Ing. Juan B. Girón Molina
Miembro



Ing. Dimas Quintanilla Melgar
Miembro



Ing. Alex L. Tineo Bermúdez
Miembro



M.Sc. Ing. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A mis padres: Alberto y Ana

por su apoyo incansable, amor

y paciencia infinita.

A mis hermanos: Goemi, Luis y

Francescoli, por su confianza,

paciencia y apoyo moral.

A Marcos, por ser la fuerza y

razón de mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias – Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.
- A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por brindarme todos los conocimientos para mi formación profesional.
- Al Ing. Álex Tineo Bermúdez, asesor de la presente tesis, por su valiosa orientación y colaboración que me brindo durante la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. Alejandro García Noa, gran amigo, que en todo momento me supo apoyar y orientar para superar las dificultades durante la ejecución de este trabajo.
- Al Ing. Godofredo Mamani Mamani, gran amigo, que me supo orientar para superar las dificultades durante la ejecución de este trabajo.
- Al Instituto Nacional de Investigación Agraria y al Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes, por abrirme las puertas y brindarme todas las facilidades para culminar este trabajo.

INDICE

CAPITULO I

	Página
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1. El Área Andina	4
1.2. Las Praderas Nativas en el Perú	4
1.3. Tipos de vegetación	6
1.4. Factores Limitantes para el Mejoramiento de los Pastizales en los Sistemas de Producción	8
Limites Ecológicas	8
a. Clima	8
b. Suelo	8
Fertilidad	9
Suelos superficiales	9
c. Agua	10
1.5. Prácticas de Manejo de Pastizales	11
Fertilización de praderas nativas	11
1.6. Taxonomía y Caracterización Morfológica de las Especies	12
1.6.1 Taxonomía de las Especies en estudio	12
1.6.2 Morfología de las especies	13
<i>Festuca dolichophylla</i>	13

<i>Festuca rigescens</i>	14
<i>Poa perligulata</i>	15
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	15
<i>Trifolium amabile</i>	16
1.6.3. Fenología de las cinco especies en estudio	17
1.7. Fertilización de Praderas	19
Fertilización y Abonamiento	19
Fertilización	22
Abonamiento	23
1.7.1 Requerimientos nutricionales de los pastos	25
1.7.2 Respuestas de los pastos a la fertilización	25
1.7.3 Efecto de la fertilización en la producción de forraje	26
1.7.4 Efecto de la fertilización en la calidad del forraje	26
1.8. El Diseño 03 de Julio (D3J)	28
a. Características	28
b. Análisis estadístico	30
1.9. Evaluación de la Eficiencia de Uso de Fertilizantes	31

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación y Caracterización del Área en Estudio	34
2.1.1 Ubicación Geográfica	34
2.1.2 Mapa de Ubicación del Experimento	34

2.1.3	Análisis físico químico del Suelo de las Parcelas Experimentales	36
2.1.4	Análisis químico del Guano de isla y Fertilizantes sintéticos	37
2.1.5	Condiciones Climáticas	38
2.2	Instalación y Conducción del Experimento	42
2.2.1	Selección de las especies a estudiar	42
2.2.2	Selección del campo experimental	43
2.2.3	Antecedentes del campo experimental	44
2.2.4	Extracción y preparación del material	45
2.2.5	Transplante del material experimental	46
2.2.6	Aplicación de los tratamientos	47
2.2.7	Conducción	48
2.2.8	Corte del material experimental	49
2.3	Diseño Metodológico	50
2.3.1	Diseño experimental y análisis estadístico	50
	Diseño experimental	50
	Descripción de tratamientos	51
2.4	Criterios de Evaluación	52
2.4.1	Altura de planta	52
2.4.2	Número de macollos	53
2.4.3	Tamaño longitudinal de la hoja	53
2.4.4	Tamaño transversal de la hoja	53

2.4.5 Rendimiento de materia seca	53
2.4.6 Coeficiente aparente de uso (CAU)	53

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
-------------------------------	-----------

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXO	113

INTRODUCCIÓN

En la actualidad no se tiene información sobre el nivel de aplicación de fuentes de nutrientes (abonos), que genere un rendimiento de forraje óptimo, sean de origen sintético u orgánico, en los suelos, mucho menos en suelos altoandinos con pastizales naturales, importantes en la alimentación de la ganadería de la zona.

En las grandes áreas de pastizales nativos de la zona altoandina es notorio observar una baja aptitud en sus características productivas como producción de forraje, producción de semillas, producción de hojas, altura de planta, periodos fenológicos largos, entre otras. Estas pueden deberse a factores del medio ambiente como el manejo (sobrepastoreo), clima (temperatura, precipitación, humedad relativa, exposición solar, potencial del suelo), y factores genéticos, determinados por la variabilidad intra e inter poblacional.

En la región altoandina del Perú, el aprovechamiento actual de recursos no es racional desde el punto de vista técnico-económico y menos aún desde el punto de vista ecológico; sin embargo, somos testigo de una degradación cuantitativa y cualitativa de pastos nativos. La escasez de pastos en la zona altoandina es evidente y se manifiesta mediante síntomas típicos de deterioro de la capa vegetal; trae como consecuencia un aumento de áreas de tierra no cubierta, reducción de las especies deseables e invasión de especie no palatables, que podrían ser indicadoras de un sobrepastoreo en aquellos suelos. La conservación, recuperación y mejora de las áreas de pasturas se hacen necesarias si se quiere garantizar a largo plazo una producción de pastos las cuales satisfagan los requerimientos de alimentación en los ganados altoandinos. Todo esto se logra con un manejo racional del pasto nativo y con sus aplicaciones correctas y sostenibles de fertilización.

En resumen, la aplicación de abonos orgánicos (Guano de isla) y sintético (Nitrato de Amonio, Superfosfato Triple de Calcio y Sulfato de Potasio) a los suelos altoandinos, no solo mejorará el rendimiento, calidad y la conservación de los pastos naturales, sino consecuentemente aumentará la producción pecuaria y la conservación adecuada del suelo de puna. Por lo cual se realizó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

GENERAL

Determinar el efecto de niveles crecientes de Guano de isla y sintético (Nitrato de Amonio, Superfosfato Triple de Calcio, Sulfato de Potasio), así

como los niveles de éstos que optimicen el rendimiento de forraje del pastizal y la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes, en un terreno de pastos naturales

ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia a los niveles crecientes de Guano de isla, en el rendimiento de pastos naturales en la comunidad de Ccarhuaccpampa.
- Determinar la influencia a los niveles crecientes de fertilizante sintético (Nitrato de Amonio, Superfosfato Triple de calcio y Sulfato de Potasio), en el rendimiento de pastos naturales en la comunidad de Ccarhuaccpampa.
- Determinar el Coeficiente Aparente de Uso de los nutrientes de los abonos orgánico y sintético, mediante los niveles de extracción de N, P y K, por los pastos naturales en la comunidad de Ccarhuaccpampa.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. EL AREA ANDINA

Florez (1993), menciona que la región andina geográfica y culturalmente considerada comprende todo el vasto territorio influenciado por la cordillera de los andes, la cual ha determinado la configuración geográfica, geológica, ecológica y en gran manera cultural, de toda la parte occidental de América del Sur. Ninguna región en el mundo ofrece como la andina la diversidad de ambiente en espacio semejante.

1.2. LAS PRADERAS NATIVAS EN EL PERÚ

Según Florez (1993), la Sierra y la Región de las Praderas Nativas, el límite superior va desde 3800 a 4400 m, está compuesta de una vegetación baja cuya época de crecimiento coincide con la estación de

lluvias. La mayoría de gramíneas son perennes. Su tamaño, sin considerar el de los tallos floríferos alcanza a un metro a las especies más altas como *Festuca dolichophylla*. Con las gramíneas se asocian otras hierbas, tanto anuales como perennes. Los arbustos presentes son muy diseminados. Al finalizar la estación de crecimiento para las gramíneas, y durante la época seca las hierbas más delicadas desaparecen, quedando una vegetación compuesta principalmente por gramíneas.

Flores (2005), hace referencia sobre la diversidad vegetal la cual es enorme. En las praderas altoandinas, se encuentra una diversidad de familias botánicas como las gramíneas, las cuales constituyen el mayor grupo de especies vegetales en estas praderas. Dentro de estas familias, se encuentran géneros como *Festuca*, y de las especies, *Festuca dolichophylla* (Chilligua). Otras familias como las leguminosas, rosáceas, ciperáceas, juncáceas, etc., cada una con un número similar de géneros y especies como *Calamagrostis vicunarum* (crespillo), *Stipa ichu* (ichu), *Muhlenbergia fastigiata* (llachu o chili) y *Poa candamoana* (ccachu), en leguminosas esta *Trifolium amabile* (layo) y el *Astragalus garbancillo* (garbancillo), que es considerado tóxico para el ganado, especialmente para el ovino.

En las zonas altas, donde la humedad subterránea es abundante, existen los llamados bofedales o "Moyas". En general, en estas áreas, las especies herbáceas dominan sobre las gramíneas y gramíneas. El número de especies también es variable y va de un rango entre 8 hasta 64 especies; siendo, en la mayoría de los casos predominado

principalmente por especies de *Distichia* tal como *Distichia muscoides*, que pertenece a la familia juncacea. Es una planta corta, de tallos cortos en forma de aguja terminados en punta. Los tallos están cerca uno al otro formando una especie de manto arrosetado de aspecto ondulante y sólido, que resiste el peso de los animales, especialmente los camélidos, de los que constituye su fuente principal de alimentación. Su diversidad botánica varía según su localización, en función a la altitud, topografía, humedad, exposición, latitud, etc.

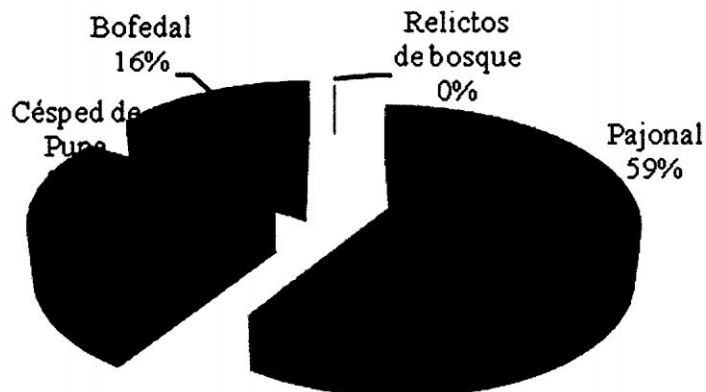
La diversidad encontrada en las praderas altoandinas varia de 90 a 100 especies por metro cuadrado, dependiendo de la condición (estado de salud) del pastizal, puede ser (excelente, bueno, regular pobre o muy pobre). De la superficie total de las praderas altoandinas pastoreadas, casi el 80% presenta una condición que va de regular a muy pobre, lo cual indica que las praderas están sobrepastoreadas, y resalta la necesidad de prestar atención a la conservación in situ de especies vegetales en peligro de extinción.

1.3. TIPOS DE VEGETACIÓN

Ruiz y Tapia (1987), describieron la estructura de los pastizales en la zona altoandina, concluyendo que existen dos formaciones vegetales: el pajonal de puna y el césped de puna, diferenciándose esencialmente por el porte de las especies. El pajonal es el tipo de vegetación que ocupa mayor extensión en la zona altoandina y está compuesto por gramíneas altas o ichus como la chilligua (*Festuca dolichophylla*), el ira ichu (*Festuca ortophylla*), ichu (*Stipa ichu*), hatun porke (*Calamagrostis antoniana*) y el

huaylla ichu (*Calamagrostis rígida*), además de las ciperáceas y juncáceas; en cambio el césped de puna lo conforman plantas pequeñas de porte almohadillado y arrosetado, que en zonas húmedas forma una alfombra verde. Entre ellas destacan el pacu pacu (*Aciachne pulvinata*), mula pilli (*Liabum ovatum*), pilli rosado (*Werneria nubígena*), pasto estrella (*Azorella diapensoides*), y thurpa (*Nototriche longirostris*).

La vegetación en la zona altoandina está dominada por los Pajonales principalmente. En las comunidades de Huancavelica y Ayacucho se reportan los siguientes resultados (Mamani, 2001):



En estudios realizados en las comunidades campesinas de Ayacucho y Huancavelica se han identificado en promedio más de 150 especies de pastos nativos, que corresponden a 59 géneros y 31 familias. La Familia con mayor riqueza de especies es la Poaceae, conjuntamente con la familia Asteraceae, tal como sucede en otras regiones del país (Mamani, 2001).

1.4. FACTORES LIMITANTES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PASTIZALES EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Según Florez (1993) los factores limitantes para el mejoramiento de pastizales son las siguientes:

Limitantes Ecológicas

a. Clima

Provincia Esteparia Seco invernal muy fría y Seco invernal esteparia transicional. Este tipo climático, conocido como “clima de montaña alta”, es el que predomina en segundo lugar en la región de la sierra, extendiéndose entre los 3000 y 4000 msnm. Se caracteriza por sus precipitaciones anuales promedio de 700 mm y por sus temperaturas medias anuales de 12 °C comprende los valles mesoandinos propios de los sectores central y meridional de los andes Peruanos y la ribera del Lago Titicaca.

b. Suelo

La región altoandina mantiene, desde tiempo atrás, una sobre utilización del recurso suelo generando por la presión demográfica y los desajustes sociales y económicos que gravitan en esta tradicional región deprimida.

Dentro de este contexto expuestos merece señalarse que una característica sobre el molde distributivo de los suelos de importancia agrícola de la Sierra es una marcada dispersión o fragmentación, ubicándose en angostas fajas a lo largo de los cursos significativos de

agua representado por los valles interandinos importantes. La causa principal de esta notable fragmentación y que no exista en nuestro medio grandes ámbitos homogéneos de tierra de buena calidad es originado por el gigantesco macizo andino, que irrumpe la continuidad de la cubierta edáfica apta para fines agrícolas y creando paralelamente, un sin número de microclimas y aislamientos interregionales que actúan como barreras físicas que impiden integrar y aplicar en forma coherente una política en el uso eficiente y manejo de este vital recurso agrícola y forrajero.

El cuadro limitante más importante de los suelos de la Sierra están vinculados a: fertilidad; suelos superficiales, por pendiente pronunciada y un proceso erosional extenso: mal drenaje o hidromorfismo; suelos de condición climática frígida y de nieve permanente.

Fertilidad

Un rasgo característico de los suelos es su baja fertilidad, es decir, un rasgo de problemas químicos que inciden en la productividad de los suelos y, por tanto limitativo para la producción de cosechas. La fertilidad involucra condiciones ácidas del suelo, desbasificación (perdida de nutrientes y baja saturación de bases), suelos oligotróficos (pobreza de nutrientes) y niveles tóxicos por presencia de aluminio. Las tierras donde es más relevante la problemática de fertilidad se encuentra en las regiones altoandinas y ciertas áreas muy húmedas de la sierra.

Suelos superficiales (Pendiente y Erosión)

Otro de los rasgos característicos de los suelos altoandinos con praderas

es la existencia de una significativa proporción de suelos someros o superficiales principalmente en el arco andino. Los perfiles son cortos, menos de 60 cm de profundidad en promedio, hasta formaciones con escasamente 10 a 20 cm de tierra orgánico mineral que descansa sobre la roca consolidada. Por otro lado, se tiene extensos ámbitos donde desaparece la cubierta edáfica para dar paso a formaciones puramente líticas tan característico del flanco occidental de los Andes Peruanos. Esta características de suelos superficiales está íntimamente asociado a un relieve topográfico de pendientes pronunciadas que genera cuerpos edáficos poco profundos, inestables y erosionables. Otro aspecto de mucha significación y que lo hemos asociado a esta condición de fuerte pendiente y suelos someros es el problema de la erosión, principalmente por el agua (hídrica).

La región altoandina presenta uno de los escenarios más espectaculares del mundo en materia erosional, cuyas características naturales se asocian a la intervención humana generada por la presión demográfica y el uso indebido de la tierra. La erosión se hace notoriamente manifiesta en la región de la Sierra expresado en todas sus formas y en diferente grado de severidad.

c. Agua

El agua es uno, sino el único de los recursos que intervienen en forma directa o indirecta en prácticamente todas las actividades del hombre, siendo, por lo tanto, vital para su propia sobrevivencia; básicamente para el desarrollo agrícola pecuario: las variaciones en el comportamiento

especial y temporal del agua, su acción moldeadora sobre el medio físico y la reacción del hombre, dan origen a un complejo de interacciones que generan conflictos relacionados con la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos. Los conflictos pueden dividirse en tres grupos: originados por exceso de agua, originados por la escasez de agua y por el mal manejo del agua.

En la región sierra, en donde el clima presenta estaciones lluviosas y secas bien definidas, se dice, que hay sequía cuando hay escasez de lluvias por periodos largos y también cuando las precipitaciones presentan una inconveniente distribución mensual (retraso).

1.5. PRACTICAS DE MANEJO DE PASTIZALES

Florez y Malpartida (1987), mencionan que una de las más importantes prácticas de manejo es:

Fertilización de praderas nativas.

Las técnicas y diseños que se han usado para determinar los efectos de aplicación de fertilizantes en pastizales naturales altoandinos son similares en muchos aspectos a los principios agronómicos aplicables para evaluar las respuestas de un cultivo a la fertilización. La diferencia está que los pastizales nativos los estudios tienen mayor duración, debido a las mayores variaciones en la precipitación y otros factores medioambientales como el clima.

Cuando se aplica fertilizantes al pastizal se espera un incremento total del rendimiento, del valor nutritivo, de la palatabilidad, y del vigor de las

especies, que componen el sitio del pastizal. La composición florística puede también ser alterada. Las mayores expectativas están basadas en la influencia en la capacidad de pastoreo, el rendimiento del producto animal y la capacidad de cobertura vegetal a resistir la erosión; así como en que la aplicación sea económica. Un método de rehabilitación artificial de un pastizal nativo incluye además la siembra de especies exóticas, además de la fertilización.

La mayoría de las investigaciones sobre el uso de fertilizantes en pastos naturales comienzan con la suposición de la necesidad de aplicar fertilizantes porque el suelo lo necesita. Sin embargo previamente es aconsejable y económico conocer la geología del lugar realizando un muestreo del suelo para realmente conocer sus deficiencias y evitar de esta forma aplicaciones innecesarias que son costosas. En la región de la sierra la disponibilidad del fósforo es baja, la del potasio y el contenido de materia orgánica medias y la reacción de los suelos (pH) muy variable, desde muy ácidos a alcalinos.

1.6. TAXONOMIA, CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLOGÍA DE LAS CINCO ESPECIES EN ESTUDIO

1.6.1. TAXONOMÍA DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

Las especies forrajeras nativas de la familia Gramíneas o Poáceas y la leguminosa o Fabácea presenta, la siguiente clasificación taxonómica según (Tovar, 1960)

Clasificación	Chilligua	Poa	Atun-chiji	Layo
Clase	Angiospermas	Angiospermas	Angiospermas	Angiospermas
SubClase	Monocotiledónea	Monocotiledónea	Monocotiledónea	Dicotiledónea
Orden	Graminales	Graminales	Graminales	Rosales
Familia	Poaceae o Gramineae	Poaceae o Gramineae	Poaceae o Gramineae	Fabaceas o leguminosae o Papilionaceas
Sub Familia	Festucoideas	Festucoideas	Festucoideas	Trifoliados
Tribu	Festuceae	Festuceae	Agrostideae	Trifolium
Género	Festuca	Poa	Muhlenbergia	<i>Trifolium amabile</i>
Especie	<i>Festuca dolichophylla</i> <i>Festuca rigescens</i>	<i>Poa perligulata</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	

1.6.2. MORFOLOGÍA DE LAS ESPECIES

Se consigna una breve descripción morfológica de cada una de las especies nativas alto andinas consideradas en el presente trabajo (Tovar, 1960).

Festuca dolichophylla

Planta perenne, con gran cantidad de macollos, con tallos que varía de 40-90 cm de altura, esto de acuerdo a la edad de la planta y la profundidad de los suelos donde se desarrollan. *Lígula* menor de 1 mm de largo, membranáceo, ciliado. *Laminas foliares* de 10-35 cm de largo, a veces sobrepasan al tallo y panícula, subrígidas, de ápice agudo o algo tubulado, involutas, la lámina superior de la caña algo aplanada, finamente pubescente en el haz, los pelos cortos y algo densos. *Panícula* de 9-16 cm de largo, con pedicelos glabrescentes. *Glumas* desiguales,

agudas o subagudas, glabras, gluma inferior de 3-3.5 mm de largo y gluma superior de 3.8-5 mm de largo. *Lemma* inferior de 6-7 mm de largo, oblongo lanceolada, a veces ligeramente acuminadas o brevemente aristulada, finamente escabrosa hacia el ápice.



Fotografía 1.1. Especie forrajera nativa altoandina *Festuca dolichophylla*

Festuca rigescens

Planta perenne, cespitosa, de cañas algo engrosadas duras, de 15-25 cm de altura. *Lígula* de 0.5-1 mm de largo, pestañeada. *Láminas foliares* de 4-10 cm de largo, semirígidas, de ápice obtuso, involuta, finamente pubescentes en el haz. *Panícula* de 4-7 cm de largo, angosta subespeciforme, las ramas adpresas, angulosas, comúnmente glabras. *Espiguillas* 2-3 floras, de 6-7 mm de largo. *Glumas* desiguales, comúnmente obtusas, la gluma inferior de 2-3 mm de largo y la gluma superior de 3.2-4 mm de largo, algo más ancha que la inferior. *Lemma* inferior de 4.8-8 mm de largo, escabroso pubescente hacia el ápice, brevemente aristada; *raquilla* escabroso-pubescente.



Fotografía 1.2. Especie forrajera nativa altoandina *Festuca rigescens*

Poa perligulata

Planta perenne o anuales; algunas pocas dioicas; inflorescencia en panícula abiertas o contritas hasta sub espiciformes; espiguillas multiflora, lateralmente comprimidas, desarticulada por encima de las glumas y entre los antecios; gluma inferior uninervada, gluma superior comúnmente 3 – nervada; lemma 5 – nervada, muticas, agudas u obtusas en el ápice.



Fotografía 1.3. Especie forrajera nativa altoandina *Poa perligulata*

Muhlenbergia ligularis

Planta perenne, cespitosa, con cañas decumbentes o postradas, de 4-8 cm de largo. *Laminas* foliares planas o subinvolutas, de 1-2 cm de largo

por 1-2 mm de ancho, suaves. *Panícula* pequeña negruzca, de 1.2-2 cm de largo, pauciflora, suelta o subapretada, ramas ascendente-adpresas. *Espiguilla* de 2 mm de largo. *Glumas* iguales, comúnmente de 1-1.3 mm de largo, de ápice obtuso o truncado. *Lemma* de 2 mm de largo, acuminado o agudo, glabro.



Fotografía 1.4. Especie forrajera nativa altoandina *Muhlenbergia ligularis*

Trifolium amabile

Planta perenne de raíz pivotante algo engrosada bien desarrollada; tallos erguido o procumbente; *hojas* compuestas trifolioladas, los folíolos anchamente ovoides, redondeados en el ápice, con pedicelo de 2 mm de largo; *estipulas* acuminadas o mucronadas; *inflorescencia* en umbela simple con 8-14 flores de color rosado-rojizo; *fruto* en vaina subglobosa, redondeado-elíptico, con 1 ó 2 semillas.



Fotografía 1.5. Especie forrajera nativa altoandina *Trifolium amabile*

1.6.3. FENOLOGÍA DE LAS CINCO ESPECIES EN ESTUDIO

De acuerdo al resumen de características registradas en la evaluación fenológica según Durand (2008), en el cuadro 1.1 se muestra los días y meses de las diferentes etapas y fases fenológicas en la que el presente trabajo de investigación se rige para las evaluaciones de rendimiento de materia seca y determinar el CAU de las cinco especies de pastos naturales en gramíneas: *Poa perligulata*, *Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens* y *Muhlenbergia ligularis*, y en leguminosa *Trifolium amabile*.

Cuadro 1.1. Resumen de la Fenología de las cinco especies de pastos estudiados

Especie	Fase y/o eventos (días)		Etapa vegetativa		Fase y/o eventos (días)				Etapa Reproductiva			Fase y/o eventos (días)		Etapa Maduración	
	Rebrote	Inicio de elongación	Días	Meses	Aparición de la hoja bandera	inicio de Panoja y/o espiga	Inicio de floración	Plena floración	Días	Meses	Grano lechoso	Grano pastoso	Semilleo	Días	Meses
<i>Fedo</i>	23	15	46	Dic- Ene	15	10	9	5	59	Ene- Mar	29	30	10	93	Abr- Jun
<i>Feri</i>	23	15	46	Dic- Ene	15	10	9	5	59	Ene- Mar	29	30	10	93	Abr- Jun
<i>Popper</i>	15	21	44	Ene- Feb		16	19	5	52	Feb- Abr	17	8	5	61	Abr- Jun
<i>Muli</i>	21	22	58	Dic- Feb		14	10	7	61	Mar- May	16	15	5	50	May- Jul

Especie	Fase y/o eventos (días)		Etapa vegetativa		Fase y/o eventos (días)			Etapa Reproductiva	
	Rebrote	Inicio de elongación	Días	Meses	Botones florales	inicio de floración	Plena floración	Días	Meses
<i>Triam</i>	24	22	46	Nov- Ene	13	5	6	24	Feb- Mar

Especies:

Fedo: Festuca dolichophylla

Feri: Festuca rigescens

Popper: Poa perligulata

Muli: Muhlenbergia ligularis

Triam: Trifolium ambile

1.7. FERTILIZACION DE PRADERAS

FERTILIZACIÓN Y ABONAMIENTO

Durant y Farfán (1998), mencionan que la base nutricional de las plantas son los suelos al tener en su composición elementos minerales, elementos orgánicos, agua, aire, que posibilitan el crecimiento y desarrollo de la vegetación. A ello se suman los factores ambientales y genéticos que son procesos naturales y las actividades físicas, químicas y biológicas en el suelo son parte de la dinámica de este elemento imprescindible en la cadena alimenticia. En ocasiones, se produce un disturbio – natural o no natural- en este movimiento que llega a afectar en diferente grado el desarrollo de la comunidad biológica vegetal, observándose un menor crecimiento, y en general un decaimiento en la producción, que se va reflejar en el desarrollo productivo del ganado en pastoreo.

El sobrepastoreo es uno de los elementos disturbadores en estos procesos que mayor incidencia tienen en los suelos del sector alto andino. Esta actividad ocasiona una fuerte presión sobre las praderas nativas, de manera que los requerimientos de elementos nutricionales para restablecer su propio equilibrio y supervivencia se incrementan hasta el punto de esquilmar y empobrecer los recursos del mismo suelo. Al no haber una capacidad de respuesta de este último, se observa:

- Caída del potencial productivo de la pradera nativa y de la pastura cultivada.

- Desaparición de las especies deseables, que son más exigente en nutrientes.
- Deterioro del edafón y reducción ostensible de los procesos naturales del suelo.
- Disminución del humus, aumentando la erosión y lixiviación.
- Saturación indeseable con sales minerales debido a la inmovilización de nutrimentos.

Ante este panorama, surge entonces la necesidad de restablecer la fertilidad del suelo en términos que se aproximen a su condición natural y, por supuesto, evitando en lo sucesivo el sobrepastoreo.

Los elementos nutricionales del suelo de primer orden son conocidos como *macronutriente* o elementos mayores que son el nitrógeno, fósforo y potasio principalmente.

-Nitrógeno (N): es un nutriente vitalmente importante que es absorbido por las plantas en forma de nitratos inicialmente y en pequeñas cantidades bajo la forma de urea y amonio. Al interior de la planta y con la ayuda de la energía proveniente de la fotosíntesis, se transforma en diversos aminoácidos que finalmente constituirán la proteína que contiene toda especie vegetal en diferentes niveles. La deficiencia del nitrógeno en las plantas se traduce en un menor crecimiento, débil macollamiento, madurez prematura, hojas de color verde claro, clorosis, en las gramíneas se observa que la hojas más bajas se tornan de color marrón.

-Fósforo (P): Otro de los elementos mayores en la nutrición de las plantas, es absorbido en forma de fosfatos, favoreciendo a los procesos bioquímicos en las plantas, generando la energía necesaria para la producción de proteínas y carbohidratos, propicia la formación de semillas y el desarrollo de las raíces de las plantas; en consecuencia, las plantas son más altas y grandes. Especialmente las gramíneas requieren niveles óptimos de fósforo para su crecimiento.

-Potasio (K): Es el tercer elemento mayor que es requerido por las plantas para su crecimiento y se le encuentra en el suelo en diferentes cantidades, aunque sólo una mínima proporción está disponible para su absorción por la vegetación. Los requerimientos de este mineral por las plantas son altos, su principal función es la de ser un catalizador natural; es decir, garantiza los procesos bioquímicos, el crecimiento y desarrollo.

. La deficiencia de este elemento evita un buen proceso de la fotosíntesis, se reduce los carbohidratos, débil resistencia de las plantas en general, empezando de las hojas inferiores se observa una marchitamiento progresivo.

-Microelementos: se designan así a los componentes minerales que las plantas requieren en cantidades relativamente menores, tanto como su crecimiento como para su producción. Entre ellos tenemos: el calcio, el magnesio, sodio, cloro, azufre, yodo, boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, silicio, molibdeno, zinc y selenio; los cuales suelen

encontrarse en pequeñas proporciones en los diferentes suelos de la región.

Debe considerarse que todos los elementos minerales, que contribuyen en mayor o menor grado al desarrollo de las plantas, casi siempre actúan en estrecha relación unos con otros, favoreciéndose mutuamente de modo que no se los considera como únicos o en forma aislada, no obstante que algunos de ellos juegan un rol especial en la nutrición vegetal.

Otro aspecto a considerar es que la deficiencia de uno u otro elemento mineral en las plantas se traduce en la deficiencia de ese o esos mismos elementos en los animales que basan su alimentación en dicho pastizal, observándose en ellos los síntomas estar atento al comportamiento de la masa vegetal, ya sea natural o cultivada.

Fertilización

El uso intensivo de los suelos con fines productivos, como ya dijimos, genera la inmovilización y escasez de los nutrientes minerales, de modo que hay una interrupción en la cadena alimenticia, tanto productiva como ecológica.

Una de las formas que intenta reparar este disturbio es la aplicación de fertilizantes elaborados a los suelos donde se ha detectado su escasez. Estos fertilizantes minerales, cuyo componentes son de los más diversos, desde simples hasta los más complejos, existen formas comerciales, principalmente en forma de nitrato y fosfatos. La limitante de su costo

hace que su uso sea restringido a la producción agrícola de las zonas bajas y no tanto en la recuperación de las praderas.

Sin embargo, los ensayos realizados muestran que tras la aplicación de fertilizantes minerales en praderas nativas se ha obtenido hasta más de seis veces la producción en relación a una pradera que no recibe este tratamiento; se observa también la aparición de especies que se creían desaparecidas en ese sitio, debido a la dormancia de las semillas presentes en el suelo, que al tener condiciones necesarias han germinado (IVITA, 1998).

Como desventaja de este método de fertilización para la recuperación de praderas, se puede mencionar el hecho de que no se fomenta la recuperación del edafón (microflora y microfauna natural del suelo.), al aportar estos fertilizantes otros tipos de residuos metabólicos que tienen relación directa con la capacidad de resistencia natural a plagas y enfermedades.

Abonamiento

Es otro método que está siendo muy utilizado en la producción. Consiste en la restauración de los nutrientes en el suelo a partir de la materia orgánica, incorporada a la capa arable u horizonte "A". Dentro de estos fertilizantes tenemos: el estiércol del ganado, guano del corral, guano de islas, abono verde, humus, nitrógeno atmosférico fijado por microorganismos y fertilizantes orgánicos comerciales.

Esta nutrición vegetal tiene carácter indirecto (a diferencia de los fertilizantes químicos que nutren a las plantas en forma directa con elementos fácilmente solubles) ya que la materia orgánica alimenta al edafón para que éste sea el responsable de descomponer y sintetizar los elementos que requiere la planta.

Añadiéndose al hecho que la materia orgánica genera micorrizas, es decir que la simbiosis entre microorganismo y plantas garantiza que los requerimientos de nutrientes por parte de las plantas sean suministrado por ellos; se mejoran las cualidades físicas del suelo influenciado sobre la formación y distribución de los poros, mejora la temperatura del suelo, mejora la retención humedad y estabiliza el pH. La fertilización orgánica *enriquece* e intensifica la relación suelo – planta. Los productos resultantes de la descomposición de las proteínas, carbohidratos y lignina estimulan una diversidad de funciones de los microorganismos.

Una característica peculiar de la fertilización orgánica estriba en que se activan las defensas naturales de las plantas contra enfermedades. Al comienzo de cada infección se lleva a cabo una lucha entre planta y el agente patógeno, que con frecuencia resulta débil; además de las condiciones metabólicas de la planta y la antibiosis, la vitalidad y resistencia juegan un papel importante en la defensa contra las plagas.

La salud del suelo se ve reflejada en la salud de las plantas y, ésta a su vez, en la salud de los animales.

1.7.1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS PASTOS.

INPOFOS (1997), menciona que la demanda nutricional de las diferentes especies forrajeras es muy variable y depende de tres factores:

- La capacidad para extraer nutrientes del suelo.
- El requerimiento interno de la planta.
- El potencial de producción de la especie.

Las diferentes especies de pastos difieren mucho en su habilidad para extraer nutrientes del suelo. Las gramíneas, por ejemplo, son más eficientes para extraer nutrientes que las leguminosas, por esta razón, en suelos muy pobres aparece una cubierta vegetal de gramíneas en forma natural, con pocas o ninguna leguminosa.

También es conocida la capacidad de adaptación a condiciones de baja fertilidad de algunas especies como brachiarias, andropogon y falsa poa que son capaces de producir cierta cantidad de forraje en condiciones de acidez y baja fertilidad.

El nivel de rendimiento de forraje es el factor que controla el consumo de nutrientes.

A medida que los niveles de tecnificación de la explotación ganadera permiten alcanzar altos rendimientos de forraje, la práctica de fertilización adquiere mayor importancia y justificación.

1.7.2. RESPUESTA DE LOS PASTOS A LA FERTILIZACIÓN

INPOFOS (1997), menciona que la respuesta de los pastos a la fertilización de expresa de diferente manera. El efecto más notable de la fertilización es el incremento en el rendimiento de materia seca. La

aplicación de nutrientes afecta también la calidad del forraje que se mide evaluando diferentes parámetros como el contenido de proteína, minerales o por las variaciones en la digestibilidad del pasto. El tercer efecto se manifiesta en el animal con el aumento en la producción de carne o leche, o por un incremento en la capacidad de carga, o por ambos. Finalmente la fertilización debe mejorar la rentabilidad de la explotación aumentando los ingresos del productor como un reflejo de los efectos positivos en los parámetros anteriores.

1.7.3. EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA

INPOFOS (1997), menciona que las especies forrajeras, especialmente las gramíneas responden muy bien a la fertilización, particularmente a la aplicación de N, que suele producir respuestas muy altas en pastos de altura. Los trabajos realizados anteriormente, demuestran que la mayor producción de forraje generada por la fertilización nitrogenada lleva necesariamente a una mayor extracción o demanda de otros nutrientes, particularmente P, K, S, Mg y Ca. Si el suelo no dispone de suficientes cantidades de estos elementos y éstos no son añadidos como fertilizantes, se pierde una buena parte del beneficio de la aplicación del N y, además, se reduce significativamente el valor nutricional del forraje.

1.7.4. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN LA CALIDAD DEL FORRAJE

INPOFOS (1997), menciona que se ha especulado mucho acerca del efecto de la fertilización sobre la calidad del forraje.

El elemento más debatido es el N, pues existe una serie de reportes contradictorios del efecto de este nutriente sobre la calidad del forraje y la salud de los animales. Numerosos experimentos indican que la fertilización nitrogenada aumenta la producción del forraje, sin afectar adversamente la calidad del pasto y el consumo o la producción por parte de los animales. La respuesta a la fertilización nitrogenada depende del tipo y del nivel de fertilidad del suelo, del balance entre los distintos nutrientes presentes, de la especie forrajera y de las condiciones climáticas.

En general, la aplicación de N aumenta la producción de materia seca y el contenido de proteína por unidad de área, así como la producción de gran cantidad de hojas, cuando existe suficiente humedad. Este efecto del N, especialmente en la producción de hojas, resulta en una inmediata disminución en el contenido de carbohidratos de reserva, especialmente fructosana.

La fertilización con P aumenta los contenidos de proteína y Ca de los forrajes. El efecto del P en la absorción de N depende de la disponibilidad de este último, pero ambos nutrientes están estrechamente correlacionados. Aparentemente la fertilización con P no afecta la absorción de microelementos por los pastos.

La aplicación de K, es importante desde el punto de vista nutricional. Se ha demostrado que las aplicaciones de K no afectan la digestibilidad o la gustosidad de los pastos cuando se aplica solo o combinado con N. Sin embargo, pueden presentarse problemas de desbalance interno de

nutrientes cuando existe una muy alta disponibilidad de K en el suelo. Las aplicaciones muy altas de K reducen los contenidos de Ca, Mg y Na en los pastos.

El S está muy relacionado con el metabolismo del N, tanto en la planta como en el animal. Contenidos adecuados de S aumentan el contenido de proteína de los forrajes, ayudan a prevenir las intoxicaciones por nitritos y nitratos y mejoran la digestibilidad de la fibra y la materia seca. Esto se debe fundamentalmente a un mejor funcionamiento de las bacterias del rumen.

Cualquier práctica de manejo utilizado en las praderas puede alterar el balance de nutrientes e inducir cambios en la composición mineral del pasto, cambios que luego se manifiestan con efectos benéficos o perjudiciales en el animal.

1.8. EL DISEÑO 03 DE JULIO (D3J)

a. Características

Tineo (2006), manifiesta que el Diseño 03 de julio, es un diseño de superficie de respuesta, cuyo análisis estadístico principal consiste en ajustar a una función de acuerdo con el modelo de segundo orden: $Y = b_0 + \sum b_i X_i + \sum b_{ii} X_i^2 + \sum b_{ij} X_i X_j + e$. El Diseño 03 de julio está formado por un conjunto de tratamientos provenientes de un factorial completo o fraccional 2^K , (K representa el número de factores), a los que se agrega otros tratamientos para poder estimar todos los coeficientes de un polinomio de 2do. Orden con K factores. Los tratamientos agregados son simétricos

alrededor del centro del factorial, y generan un diseño COMPUESTO CENTRAL. Este diseño se construye sumándole $4K + 1$ combinaciones al factorial 2^K .

Los 2^K tratamientos (factorial), se construyen con los niveles codificados (-2, +2) de cada factor. Además del factorial 2^K existe el llamado tratamiento central, correspondiente al centro del diseño y en términos codificados es la combinación (0, ..., 0). El resto $4K$ (tratamientos radial), se colocan a distancias $\pm X_i$ del centro del diseño, su representación codificada viene dada por $(\pm X_i, 0, 0) \dots (0, 0, \pm X_i)$.

El diseño puede subdividirse en 3 partes. Ejemplo para 2 factores:

1. La parte factorial del diseño para este caso sería 2^K

X_1	X_2
-2	-2
2	-2
-2	2
2	2

2. Los 8 puntos adicionales incluidos para formar un diseño compuesto central, le da la característica de rotabilidad. La figura que forman estos puntos se llama ESTRELLA: $4K$.

X_1	X_2
-2	0
-1	0
1	0
2	0

0 -2

0 -1

0 1

0 2

3. El punto central

X_1 X_2

0 0

El diseño permite evaluar 5 niveles en cada factor, como:

Nº	Nivel Codificado (X_i)	Nivel del factor (z_i)
1	-2	Mínimo
2	-1	Bajo
3	0	Promedio
4	1	Alto
5	2	Máximo

Los niveles codificados están establecidos por la estructura del Diseño; los niveles reales los propone el investigador, según la naturaleza del problema.

b. Análisis Estadísticos

Tineo (2006), menciona que el D3J, permite realizar 2 tipos de análisis estadístico a) el análisis de variación para determinar el efecto de cada tratamiento sobre la producción del cultivo y b) el análisis de regresión para determinar el modelo de polinomios de segundo grado que explica el comportamiento de las variables sobre la producción del cultivo. Por la

estructura de los tratamientos el D3J permite realizar otros cálculos, que ayudan a explicar la importancia de la ausencia o presencia de un elemento en el suelo y su repercusión en el crecimiento del cultivo; así como el aprovechamiento de nutriente por la planta, cuando esto se aplica al suelo en diferente cantidad.

1.9. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE USO DE FERTILIZANTES.

Según Tineo (2006), la cantidad de fertilizante aprovechado por el cultivo depende de varios factores, de naturaleza edáfica, climática y del mismo cultivo. Un sistema de producción será más eficiente en la medida que el fertilizante sea mejor aprovechado por el cultivo; esta característica se conoce como Eficiencia de uso del fertilizante por el cultivo, o CAU (Coeficiente aparente de uso). Para determinar el CAU de un fertilizante, es necesario realizar un análisis del contenido del nutrimento de interés (N, P, K, etc.) en el tejido vegetal (planta), procedente de los tratamientos con el nutrimento, y en el procedente del testigo. Para esta evaluación se pueden analizar los siguientes tratamientos:

CAU para diferentes niveles de abonamiento nitrogenado.

Trat	X ₁	X ₂	
T	-2	0	
N ₁	-1	0	[E(N _i) - E(T _N)]
N ₂	0	0	CAU _N = ----- * 100
N ₃	1	0	N _i
N ₄	2	0	

CAU para diferentes niveles de abonamiento fosfórico.

Trat	X ₁	X ₂	
T	0	-2	
P ₁	0	-1	[E(P _i) - E(T _P)]
P ₂	0	0	CAU _P = ----- * 100
P ₃	0	1	P _i
P ₄	0	2	

CAU para diferentes niveles de abonamiento potásico.

Trat	X ₁	X ₂	
T	0	-2	
K ₁	0	-1	[E(K _i) - E(T _K)]
K ₂	0	0	CAU _K = ----- * 100
K ₃	0	1	K _i
K ₄	0	2	

Dónde:

E(N_i) : Extracción del N, por el cultivo, en el tratamiento N_i (nivel "i" del fertilizante nitrogenado)

E(T_N) : Extracción del N, por el cultivo, en el tratamiento T (testigo, sin fertilizante nitrogenado)

N_i : nivel "i" del fertilizante nitrogenado aplicado al suelo

E(P_i) : Extracción del P, por el cultivo, en el tratamiento P_i (nivel "i" del fertilizante fosfórico)

$E(T_P)$: Extracción del P, por el cultivo, en el tratamiento T (testigo, sin fertilizante fosfórico)

P_i : nivel "i" del fertilizante fosfórico aplicado al suelo.

$E(K_i)$: Extracción del K, por el cultivo, en el tratamiento P_i (nivel "i" del fertilizante potásico)

$E(T_K)$: Extracción del K, por el cultivo, en el tratamiento T (testigo, sin fertilizante potásico)

K_i : nivel "i" del fertilizante potásico aplicado al suelo.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

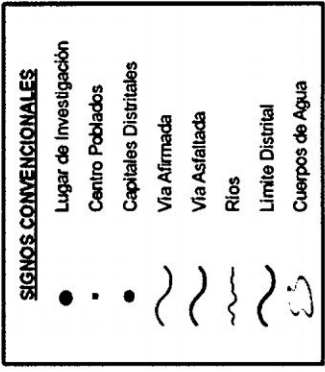
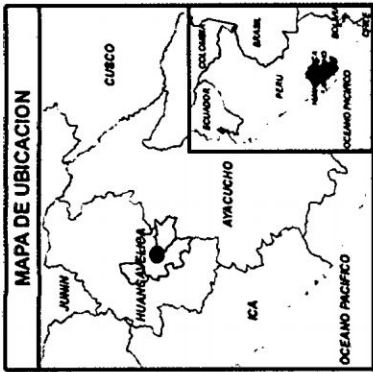
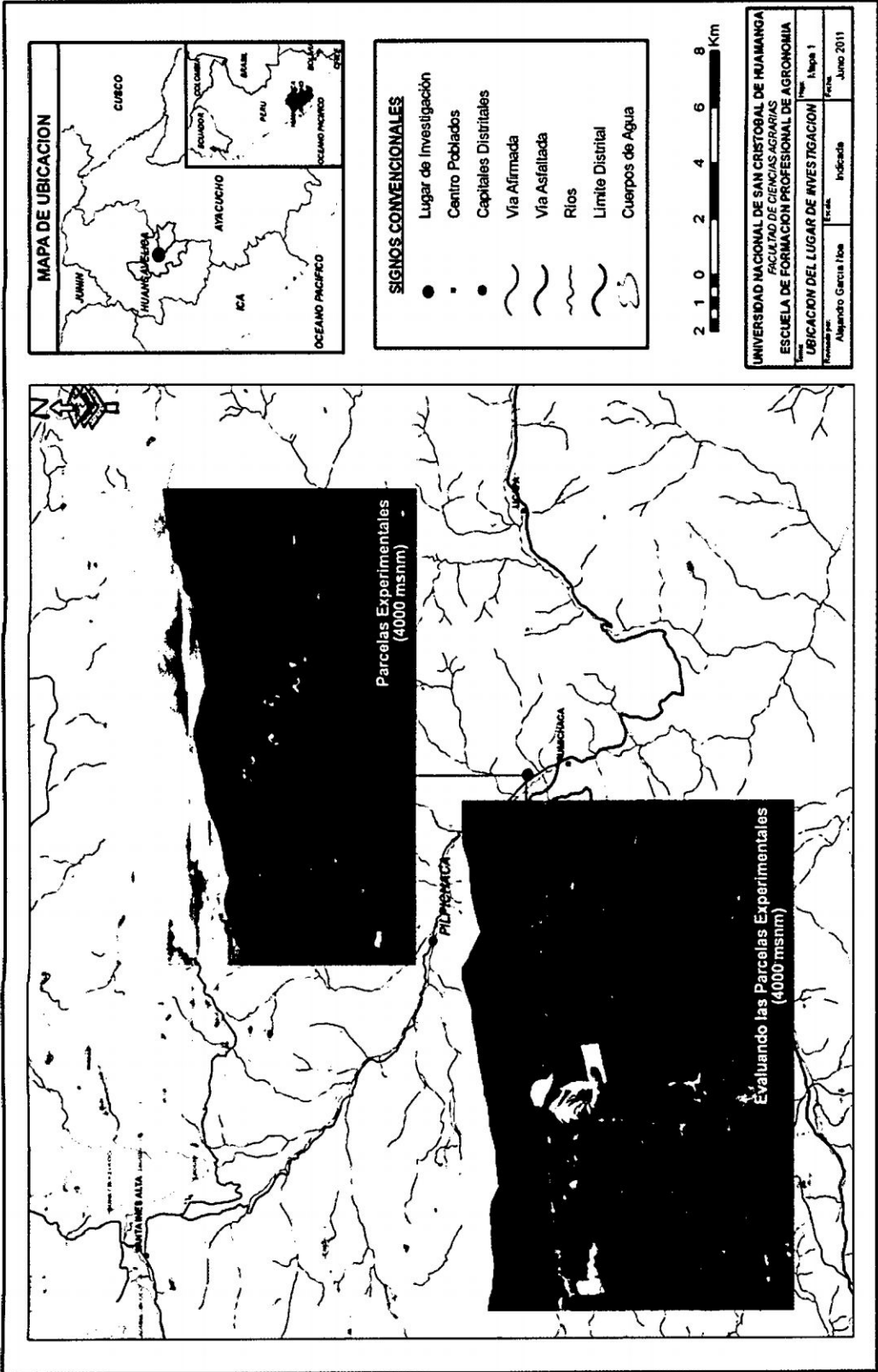
2.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente trabajo de investigación fue conducido en las praderas nativas de la comunidad campesina de Ccarhuaccpampa, distrito de Paras, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. Siendo las zona específica de Huillcani, geográficamente está ubicado a una Latitud de $13^{\circ} 21' 45''$ S y Longitud $74^{\circ} 56' 38''$ NO a 4000 m.s.n.m.

2.1.2. MAPA DE UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La evaluación del trabajo se realizó en un pastizal clausurado (cercado), en la que se ubicó el área del experimento con las siguientes características: 13 parcelas con 3 repeticiones, cada parcela con un área de 3.8 m^2 , haciendo un total de 49.4 m^2 por repetición.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA

UBICACION DEL LUGAR DE INVESTIGACION

Nombre	Indicada	Fecha
Elaborado por	Alfonso Garcia Iba	Junio 2011

2.1.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

De acuerdo al análisis físico realizado se observa en el cuadro 2.1 que posee una topografía ligeramente inclinada (8% de pendiente), medianamente profunda y de textura franco-arcillo-arenosa. Es un campo natural donde estuvo ocupado por pastos naturales de la zona.

Cuadro 2.1. Análisis Físico del suelo de Huilcani a 4 000 msnm

Análisis Mecánico (%)			Clase Textural	Profundidad (cm)	Pendiente (%)
Arena	Limo	Arcilla			
46.4	20.8	32.8	Fr-Arci-Aren	24.5	<8

Fuente: laboratorio de suelos NICOLAS ROULET del Programa de Pastos y Ganadería (2007).

Con la finalidad de conocer la composición química del suelo, se tomó muestra representativa de la parte superficial (20 cm), el cual fue analizado en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB. Cuyos resultados se muestran en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.2. Análisis Químico del suelo de Huilcani a 4 000 msnm

pH (1:2.5)	Nt %	MO %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables					% Sat. de Bases
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺⁺	Na ⁺⁺	Al ⁺³ +H ⁺	
						Cmol (+). Kg ⁻¹					
5.22	0.39	7.88	10.5	251	19.17	4.13	0.80	0.70	0.12	1.89	30.00

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB (2011).

De acuerdo con el análisis realizado, el contenido de materia orgánica es de 7.88 % es muy rico, los niveles de N total (%) 0.39, es considerado muy alto, los niveles de fosforo P ppm 10.5 se encuentra dentro de niveles bajos, los niveles de potasio K ppm 251 se encuentra dentro de niveles muy altos, la CIC 19.17 se encuentra dentro de los niveles medios.

2.1.4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLA Y FERTILIZANTES SINTÉTICOS

Las fuentes de nutrientes utilizados son: Guano de isla, Superfosfato triple de calcio, Nitrato de Amonio y Sulfato de Potasio, los cuales de acuerdo al análisis realizado, en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB, se tienen como riqueza nutricional lo siguiente:

Cuadro 2.3. Análisis químico del Guano de isla

FUENTE	pH	Humedad %	N %	P₂O₅ %	K₂O %
Guano de isla	7.6	8.38	9.6	13.09	1.98

Cuadro 2.4. Análisis químico de los fertilizantes sintéticos

FUENTE	COLOR	HUMEDAD (%)	NUTRIENTE
Sulfato de potasio	Blanco humo	0.13	48.60 K ₂ O
			18.5 S
Nitrato de amonio	Blanco lechoso	0.97	30.5 N
Superfosfato triple de calcio	Gris	4.12	45.36 P ₂ O ₅

Fuente: laboratorio d análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes MULTISERVICIOS AGROLAB (2011)

2.1.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La zona presenta un clima frígido y seco con vientos pronunciados en horas de la tarde. Los datos climatológicos fueron proporcionados por la Estación Meteorológica CO-TUNEL CERO, ubicado en el distrito de Pillpichaca, provincia de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica a 4290 msnm. dicha estación meteorológica se encuentra cerca y es representativa del lugar experimental.

Las características de temperatura y precipitación durante el periodo comprendido entre julio del 2010 a junio del 2011, se presentan en el cuadro 2.4 y se representa gráficamente en el grafico 2.1. En este periodo la precipitación total alcanzó los 763.90 mm las condiciones de temperatura máxima, media y mínima anual fueron de 10.48 °C, 7.82 °C y -2.02 °C respectivamente.

Con los datos de precipitación y temperatura media se realizó el balance hídrico correspondiente, presentando condiciones húmedas de setiembre 2010 a abril del 2011 y un déficit de humedad en los meses julio, agosto 2010 y mayo, junio 2011 (cuadro 2.4 y gráfico 2.1).

Durante el periodo vegetativo de los pastos nativos altoandinos, el comportamiento de las condiciones climáticas fue irregular presentándose ausencia de precipitación durante los meses de octubre y noviembre del 2010 por lo que en el mes de noviembre se procedió a cubrir las parcelas experimentales con ichu para mantener la humedad. Producto de las bajas temperaturas entre los meses de julio y agosto 2010 se produjo el

congelamiento del agua del suelo evitando así que los esquejes transplantados se fijaran en el suelo produciendo la muerte de los esquejes de las especies forrajeras nativas altoandinas. El 18 de enero luego de la fertilización se produjo una fuerte granizada humedeciendo así el suelo a capacidad de campo lo cual fue favorable.

Cuadro N° 2.4. Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2010-2011, de la Estación CO-TUNEL CERO - Huancavelica a 4290 msnm.

Distrito : Pillpichaca
 Provincia : Castrovirreyña
 Dpto. : Huancavelica

Altitud : 4290 msnm
 Latitud : 13°15'32"
 Long. : 75°05'08"

AÑO	2010-2011													
	MESES	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
T° Máxima (°C)	10.30	11.50	9.90	11.20	12.00	10.30	9.60	9.40	9.60	10.20	10.60	11.20	125.80	10.48
T° Mínima (°C)	-5.50	-5.00	-2.30	-1.40	-2.30	-0.30	0.50	0.60	0.00	-0.50	-3.10	-4.90	-24.20	-2.02
T° Media (°C)	2.40	3.25	3.80	4.90	4.85	5.00	5.05	5.00	4.80	4.85	3.75	3.15	50.80	7.82
Factor	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	58.56	
ETP(mm)	11.90	16.12	18.24	24.30	23.28	24.80	25.05	23.20	23.81	23.28	18.60	15.12	247.70	3.0839
Precipitación (mm)	3.20	6.70	26.40	41.90	52.20	115.40	211.20	160.10	110.20	31.60	5.00	0.00	763.90	
ETP Ajust. (mm)	11.90	16.12	18.24	24.30	23.28	24.80	25.05	23.20	23.81	23.28	18.60	15.12		
H del suelo (mm)	-8.70	-9.42	8.16	17.60	28.92	90.60	186.15	136.90	86.39	8.32	-13.60	-15.12		
Déficit (mm)	-8.70	-9.42									-13.60	-15.12		
Exceso (mm)			8.16	17.60	28.92	90.60	186.15	136.90	86.39	8.32				

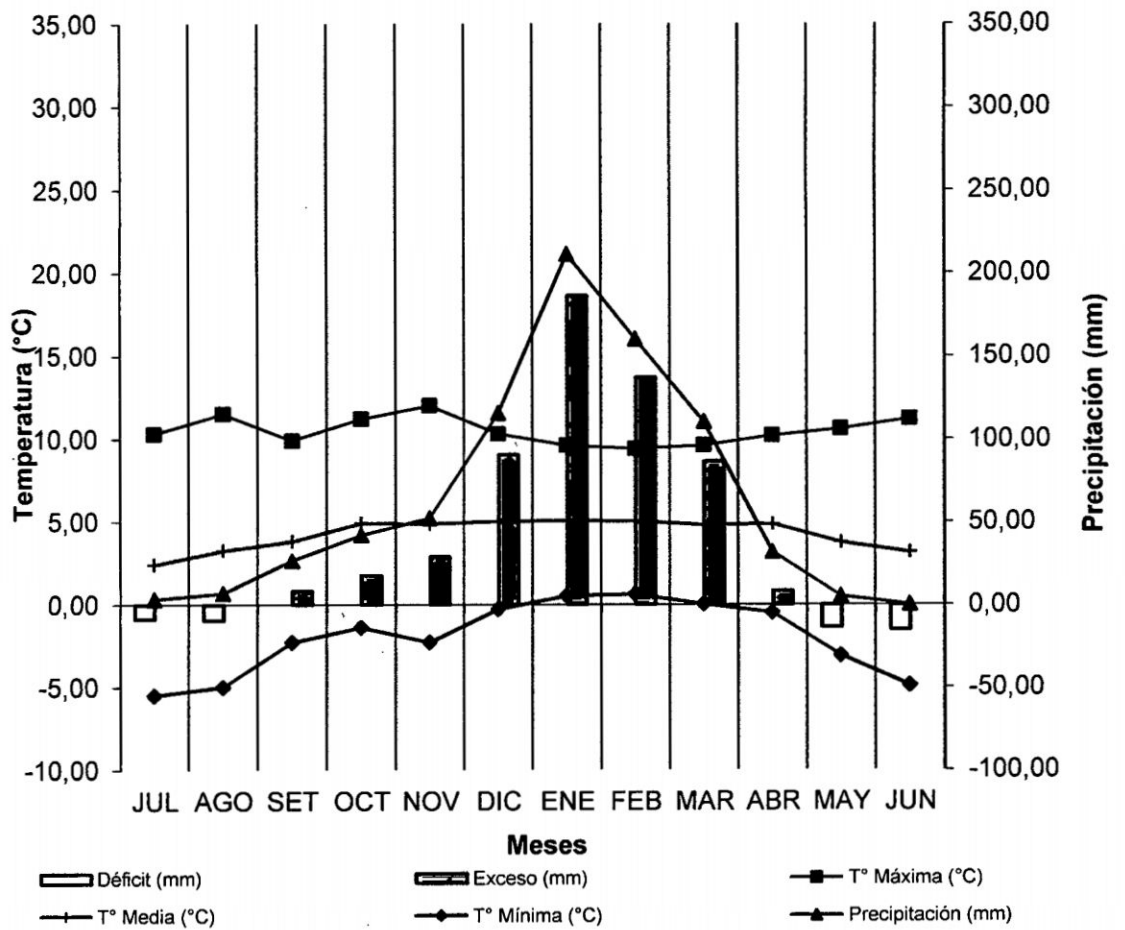


Gráfico 2.1. Diagrama Ombrotermico: T° vs PP. Y Balance hídrico

2.2. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

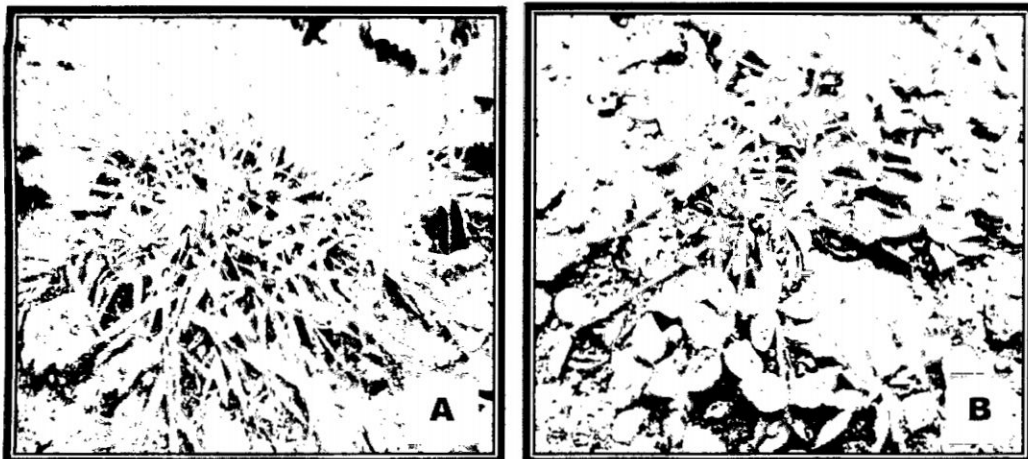
2.2.1. Selección de las cinco especies de pastos nativos a estudiar

La justificación por la cual fueron seleccionadas las cinco especies (*Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens*, *Muhlenbergia ligularis*, *Poa perligulata* y *Trifolium amabile*), fue de acuerdo a una evaluación previa de la zona con los siguientes resultados:

1. Dominancia, según censos de vegetación las especies dominantes son las cinco ya mencionadas.
2. Palatabilidad, las especies indicadas son deseables para alpacas y ovinos.

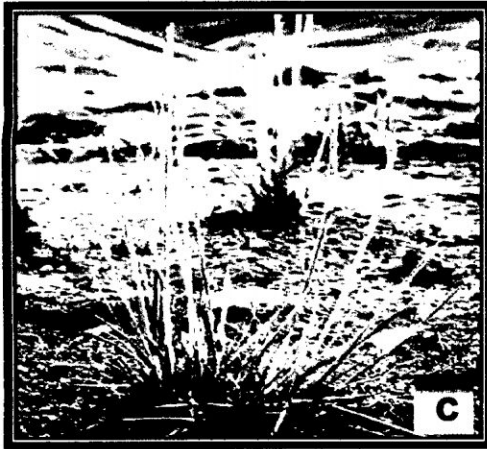
Para el transplante de las 5 especies se tuvo en cuenta el porte de las especies los cuales los dividimos en dos: especies forrajeras nativas de porte alto y bajo:

- Porte bajo:
 - *Muhlenbergia ligularis*
 - *Trifolium amabile*



Fotografía 2.1. Especies forrajeras nativas altoandinas: A) *Muhlenbergia ligularis* y B) *Trifolium amabile*.

- Porte alto:
 - *Festuca dolichophylla*
 - *Festuca rigescens*
 - *Poa perligulata*

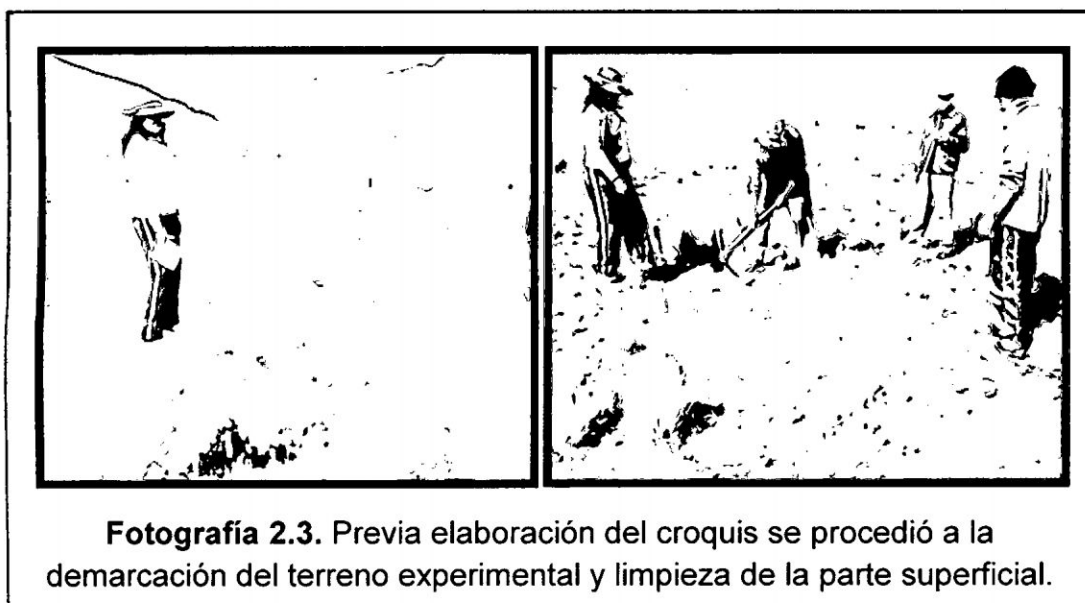


Fotografía 2.2. Especies forrajeras nativas altoandinas: C) *Festuca dolichophylla*, D) *Festuca rigescens* y E) *Poa perligulata*.

2.2.2. Selección del campo experimental

Teniendo en cuenta a las cinco especies, el campo experimental fue seleccionado con las siguientes características: de acuerdo al hábitat y distribución de pisos ecológicos de las cinco especies, el campo experimental se ubicó a 4000 msnm con una buena uniformidad, un

mismo nivel para evitar posibles variaciones, así mismo se procedió con el demarcado de los bloques y tratamientos de acuerdo al croquis establecido, seguidamente se raspo la parte superficial del suelo con la finalidad de extraer una variedad de plantas ajenas, no se removió el suelo para poder simular el ambiente natural de los pastos y hacer uso de la labranza cero, se realizaron hoyos con un diámetro de 10cm y una profundidad de 10cm, para luego proceder con el transplante.



2.2.3. Antecedentes del campo experimental

El campo experimental seleccionado para el presente trabajo de investigación, es una pradera natural que se caracteriza por presentar en su mayoría especies de porte alto, en donde predominan especies de genero *Stipa* como el *Stipa ichu* y *Stipa obtusa*, asociado a estas se observan especies como *Trifolium amabile*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa brachyphylla*, *Muhlenbergia ligularis*, *Muhlenbergia peruviana*,

además de estar acompañadas por especies de otras familias como las plantagináceas, malváceas, asteráceas, rosáceas, etc.

Dicha pradera presenta calvas (áreas no cubiertas) con predominancia de especies no palatables.

2.2.4. Extracción y preparación del material experimental

Para el presente trabajo fue necesario seleccionar matas, que en lo posible cuenten con un buen porte, vigorosidad y jóvenes, estas fueron extraídas de zonas con mayor densidad con la ayuda de picos, costales, etc., en el caso de la especie *Poa perligulata* las matas se extrajeron de Apacheta y las cuatro especies restantes (*Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens*, *Muhlenbergia ligulares* y *Trifolium amabile*) de Ccarhuaccpampa y Huillcani, seguidamente se cortaron esquejes con un mismo diámetro aproximadamente de (5 cm), para así tener esquejes homogéneos, luego se realizó la poda de la raíz y de la parte aérea, propiciando con esto el enraizamiento y rebrote en un corto tiempo así también generar uniformidad y desarrollo fenológico en forma paralela.



Fotografía 2.4. Para el transplante de las especies en estudio, se cortaron esquejes de 5 cm de diámetro.

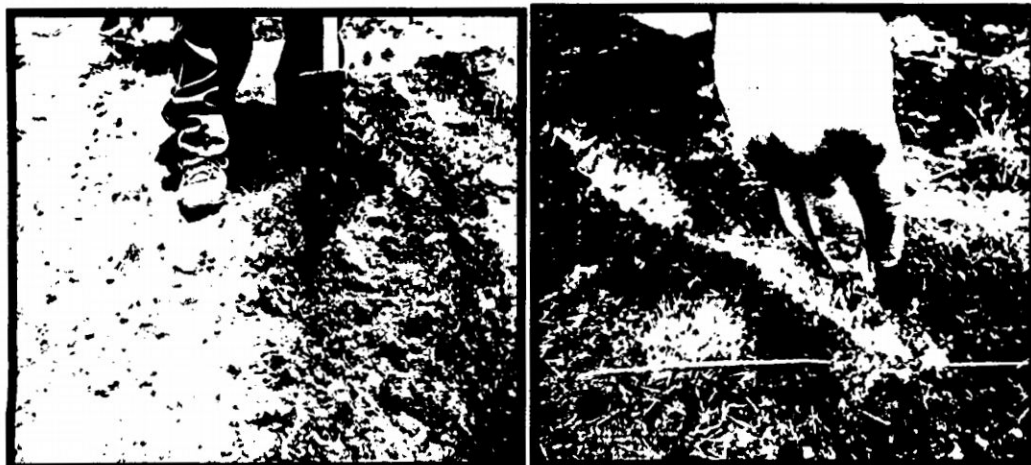
2.2.5. Transplante del material experimental

El transplante se realizó en hileras y hoyos, de acuerdo al porte de la planta (pasto nativo) y fue de la siguiente manera: porte alto (*Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens* y *Poa perligulata*) los hoyos fueron de 10 cm de diámetro con una profundidad de 10 cm, en 5 hileras con 3 esquejes por hilera, con un total de 15 esquejes por especie y tratamiento, siendo 193 por bloque con un total de 585 esquejes por especie. En caso de porte bajo (*Muhlenbergia ligularis* y *Trifolium amabile*,) las dimensiones del hoyo fueron 5 cm de diámetro, con una profundidad de 5 cm en 8 hileras con 5 esquejes por hilera, con un total de 40 esquejes por especie y tratamiento, siendo 520 por bloque con un total de 1560 esquejes por especie, en cada hoyo se colocaron los esquejes, seguido del tapado y apisonado alrededor de los esquejes, el transplante de las especies se realizó de la siguiente manera: *Poa perligulata* el 24 de junio del 2010, *Muhlenbergia ligularis* y *Festuca dolichophylla* el 28 y 29 de junio del 2010, *Festuca rigescens* el 10 de julio del 2010 y *Trifolium amabile* el 4 noviembre del 2010. Cada una de estas especies respondió favorablemente al transplante, presentándose un inconveniente a inicios de este ya que la temperatura en junio y julio llegaron a menos 5°C, y con esto provocando la cristalización del agua del suelo y por ende expulsar las especies a la superficie.



2.2.6. Aplicación de tratamientos

Luego de que las cinco especies forrajeras nativas estuvieron establecidas en cada tratamiento y bloque se procedió a la aplicación de la fertilización, basándonos en los diferentes métodos de estos, para las diferentes especies forrajeras, se fertilizó de acuerdo a los diferentes niveles y las respectivas fuentes de abonamiento, ya mencionados, aplicándose en pequeños surcos a 5 cm por encima de los esquejes(pastos naturales) y a una profundidad de 5 cm a chorro continuo y finalmente se cubrió el abono, para así evitar las perdidas por efecto de la lluvia y viento. Luego del abonamiento se procedió a la poda de toda la parte aérea de los pastos naturales para así generar un rebrote de manera uniforme y paralela. El abonamiento se realizó el 18 de enero del 2011 y la poda de la parte aérea de los pastos el 19 de enero del 2011.



Fotografía 2.6. Apertura de surcos para la aplicación del abono, se realizó por encima de los pastos naturales a una profundidad aproximada de 10 cm.

2.2.7. Conducción

Se recalzó especies que habían muerto, manteniendo así la cantidad exacta de matas por especie entre los meses de agosto a diciembre 2010, se realizaron riegos en los meses de octubre y noviembre del 2010, los esquejes transplantados respondieron favorablemente a este. Se cubrieron las parcelas con ichu en el mes de noviembre, para mantener la humedad, se mantuvo limpias las parcelas experimentales extrayendo así plantas ajenas a los pastos en estudio, durante todo el tiempo de evaluación del trabajo experimental para así evitar posibles variaciones.



Fotografía 2.7. Se realizaron riegos en época seca y se cubrieron las parcelas con ichu para mantener la humedad.

2.2.8. Corte del material experimental

El corte de las cinco especies de pastos nativos altoandinos (*Poa perligula*, *Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens*, *Muhlenbergia ligularis* y *Trifolium amabile*), se realizó de acuerdo a los estados fenológicos de cada una de las especies, en gramíneas fase de grano lechoso y en leguminosa fase de inicio de floración en el caso de la leguminosa no se pudo llegar a la fase de estado lechoso de la semilla debido a problemas climáticos que se presentó como las heladas. La cosecha de las cinco especies de pastos nativos altoandinos se realizaron a partir de los meses de marzo a mayo 2011, de acuerdo al desarrollo fenológico de las cinco especies de pastos nativos no se realizó de manera paralela ya que dichos estados fenológicos de las cinco especies difieren en tiempo ver cuadro 1.1.



2.3. DISEÑO METOLÓGICO

2.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Diseño Experimental

El experimento se conducirá utilizando el Diseño 03 de Julio (D3J), para dos factores (abono orgánico y abono sintético), los niveles a emplearse en cada factor se indican en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5. Niveles de abono orgánico y abono sintético (N, P y K)

Nivel	Código X_i	Guano de Isla (T.ha ⁻¹)	Fertilizantes sintético (kg.ha ⁻¹)
1	-2	0.0	000-000-000
2	-1	0.5	038-050-038
3	0	1.0	075-100-075
4	1	1.5	113-150-113
5	2	2.0	150-200-150

Descripción de Tratamientos

De acuerdo al Diseño 03 de Julio (D3J), para dos factores está constituido por 13 tratamientos, los que provienen de una combinación de niveles de los factores propuestos en el cuadro 2.5. La estructura de los tratamientos se indica en el cuadro 2.6.

Cuadro 2.6. Estructura de tratamientos en el D3J, para 2 factores.

Trat	Codificado		Niveles (kg.ha ⁻¹)			
	X ₁	X ₂	Guano de isla	N	P	K
1	-2	-2	0000	000	000	000
2	2	-2	2000	000	000	000
3	-2	2	0000	150	200	150
4	2	2	2000	150	200	150
5	-2	0	0000	075	100	075
6	-1	0	500	075	100	075
7	1	0	1500	075	100	075
8	2	0	2000	075	100	075
9	0	-2	1000	000	000	000
10	0	-1	1000	038	050	038
11	0	1	1000	113	150	113
12	0	2	1000	150	200	150
13	0	0	1000	075	100	075

Cuadro 2.7. Niveles para 3.8 m² en los tratamientos en el D3J

Nº	Codificado		Niveles (kg.(3.8m ²) ⁻¹)			
	X ₁	X ₂	G.I.	N	ST	SK
1	-2	-2	0	0.0	0.0	0.0
2	2	-2	0.760	0.0	0.0	0.0
3	-2	2	0	0.127	0.165	0.114
4	2	2	0.760	0.127	0.165	0.114
5	-2	0	0	0.064	0.083	0.057
6	-1	0	0.190	0.064	0.083	0.057
7	1	0	0.570	0.064	0.083	0.057
8	2	0	0.760	0.064	0.083	0.057
9	0	-2	0.380	0.0	0.0	0.0
10	0	-1	0.380	0.032	0.042	0.029
11	0	1	0.380	0.096	0.125	0.086
12	0	2	0.380	0.127	0.165	0.114
13	0	0	0.380	0.064	0.083	0.057

2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

2.4.1. Altura de planta

Se midió con una regla simple, considerando desde la base del tallo hasta el ápice de la espiga, muestreándose 5 plantas de cada tratamiento y repetición a un 80% de grano lechoso.

2.4.2. Número de macollos

Se realizó el conteo del número de macollos/planta, muestreándose 5 plantas de cada tratamiento y repetición a un 80% de grano lechoso.

2.4.3. Tamaño longitudinal de la hoja

Se midió con una regla simple, desde la base hasta el ápice de la hoja, muestreándose 10 hojas al azar por cada tratamiento y repetición a un 80% de grano lechoso.

2.4.4. Tamaño transversal de la hoja

Se midió con una regla simple, transversalmente por la parte central de la hoja, muestreándose 10 hojas al azar por cada tratamiento y repetición a un 80% de grano lechoso.

2.4.5. Rendimiento de materia seca

Se cosecho el forraje verde por parcela y cada tratamiento con su respectiva repetición, se llevó a la estufa para obtener el rendimiento de materia seca. Este procedimiento consistió en llevar a la estufa todo el forraje verde a 70 °C por 48 horas y luego por diferencia de peso inicial y el peso final se determinó la materia seca, para luego por regla de tres simple obtener la producción de materia seca por hectárea.

2.4.6. Coeficiente aparente de uso (CAU)

La eficiencia de uso del fertilizante por el cultivo, o CAU (Coeficiente aparente de uso). Para determinar el CAU del fertilizante, se mandó a

realizar un análisis del contenido del nutrimento de interés en nuestro caso (N, P y K) en el tejido vegetal (planta-cinco especies de pastos), en dos estados fenológicos en gramíneas (fase de inicio de floración y grano lechoso), en leguminosa (solo fase inicio de floración) procedente de los tratamientos con el nutrimento, y en el procedente del testigo. Para luego después de los resultados obtenidos del análisis se puedan remplazar en las ecuaciones mostradas en la parte de revisión bibliográfica ítem 1.9.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD

3.1.1. Especie *Poa perligulata*

En el cuadro 3.1 se muestra el promedio y la desviación estándar de las variables de productividad como: altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja las cuales fueron tomadas al momento del corte, en el estado fenológico de grano lechoso.

Cuadro 3.1. Características del crecimiento vegetativo de la *Poa perligulata* al momento del corte. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Nº	Tratamientos	Altura de planta (cm)		Nº de macollos		Largo de hoja (cm)		Ancho de hoja (mm)	
		x	σ	X	σ	x	σ	x	σ
1	T1 (-2,-2)	3.5	0.8	11	4.2	3.5	0.5	2.7	0.5
2	T2 (2,-2)	3.5	0.5	11	2.8	3.4	0.6	2.8	0.2
3	T3 (-2,2)	4.7	0.7	28	11.3	4.2	0.4	3.0	0.6
4	T4 (2,2)	4.6	1.1	26	7.8	3.8	0.6	3.0	0.1
5	T5 (-2,0)	5.8	0.2	24	2.8	4.0	0.1	3.1	0.2
6	T6 (-1,0)	5.1	0.15	18	4.2	3.8	0.7	3.1	0.3
7	T7 (1,0)	3.8	0.7	17	2.1	3.9	0.6	3.0	0.2
8	T8 (2,0)	5.0	0.95	21	6.4	4.0	0.4	3.3	0.4
9	T9 (0,-2)	4.2	0.15	14	2.8	3.4	0.6	2.8	0.6
10	T10 (0,-1)	4.0	0.95	17	5.7	3.6	0.8	3.0	0.6
11	T11 (0,1)	5.0	1.3	15	4.9	4.0	0.5	3.3	0.2
12	T12 (0,2)	4.7	0.7	23	6.4	4.0	0.7	3.0	0.1
13	T13 (0,0)	4.4	1.4	16	3.5	3.6	0.1	3.4	0.2

En el Cuadro 3.1 muestra las características de crecimiento vegetativo de la *Poa perligulata*; se observa una respuesta al uso de la fertilización, porque los valores son superiores al testigo, en las diferentes características evaluadas (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja), así mismo podemos mencionar que los tratamientos T3, T4 y T12 son superiores al T1 en (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja).

3.1.2. Especie *Festuca dolichophylla*

En el cuadro 3.2 se muestra el promedio y la desviación estándar de las variables de productividad como: altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja las cuales fueron tomadas al momento del corte.

Cuadro 3.2 Características del crecimiento vegetativo de la *Festuca dolichophylla* al momento del corte. Ccarhuaccpampa 4000 msnm.

Nº	Tratamientos	Altura de planta (cm)		Nº de macollos		Largo de hoja (cm)		Ancho de hoja (mm)	
		X	σ	X	σ	X	σ	X	σ
1	T1 (-2,-2)	24	11.3	11	4.9	9.6	3.3	1.8	0.5
2	T2 (2,-2)	28	5.66	8	1.4	9.1	1.1	1.5	0.4
3	T3 (-2,2)	32	1.41	8	2.8	10.6	3.8	1.5	0.4
4	T4 (2,2)	31.5	7.78	16	5.7	10.6	3.3	1.7	0.3
5	T5 (-2,0)	31	1.41	8	2.1	10.7	3.3	1.6	0.2
6	T6 (-1,0)	32	5.66	10	4.9	11.0	3.0	1.5	0.2
7	T7 (1,0)	28.5	9.19	14	4.2	8.5	1.2	1.6	0.4
8	T8 (2,0)	31.5	9.19	8	1.4	11.4	3.6	1.7	0.3
9	T9 (0,-2)	29.5	3.54	7	1.4	9.9	1.8	1.8	0.4
10	T10 (0,-1)	33	8.49	8	4.2	11.0	0.3	1.7	0.4
11	T11 (0,1)	27.5	10.6	24	8.5	11.0	2.6	1.8	0.2
12	T12 (0,2)	35.5	9.19	18	2.8	11.6	2.5	1.6	0.3
13	T13 (0,0)	28	4.24	10	3.5	12.7	3.9	1.7	0.1

En el Cuadro 3.2 muestra las características de crecimiento vegetativo de la *Festuca dolichophylla*; se observa una respuesta al uso de la fertilización, porque los valores son superiores al testigo, en las diferentes características evaluadas (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja), así mismo podemos mencionar algunas diferencias como: los tratamientos T3, T4 y T12 son superiores al T1 en (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja).

3.1.3. Especie *Festuca rigescens*

En el cuadro 3.3 se muestra el promedio y la desviación estándar de las variables de productividad como: altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja las cuales fueron tomadas al momento del corte.

Cuadro 3.3 Características del crecimiento vegetativo de la *Festuca rigescens* al momento del corte. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Nº	Tratamientos	Altura de planta (cm)		Nº de macollos		Largo de hoja (cm)		Ancho de hoja (mm)	
		X	σ	X	σ	X	σ	X	σ
1	T1 (-2,-2)	3.0	0.42	9	6.4	3.8	0.4	2.0	0.1
2	T2 (2,-2)	3.9	2.19	11	5.7	4.3	0.3	2.3	0.5
3	T3 (-2,2)	3.8	0.64	11	5.7	3.8	0.1	2.2	0.2
4	T4 (2,2)	3.9	0.99	18	4.2	4.2	0.6	2.2	0.1
5	T5 (-2,0)	3.5	0.57	12	4.2	4.1	0.4	1.9	0.4
6	T6 (-1,0)	3.9	1.27	13	5.7	4.0	0.8	2.1	0.4
7	T7 (1,0)	3.3	0.28	13	8.5	4.2	0.4	2.1	0.3
8	T8 (2,0)	3.5	0.35	9	3.5	3.6	0.4	2.1	0.1
9	T9 (0,-2)	3.1	1.06	8	2.8	3.8	0.7	2.1	0.4
10	T10 (0,-1)	4.3	1.7	13	4.2	4.1	0.1	2.1	0.1
11	T11 (0,1)	3.7	0.57	17	6.4	4.1	0.4	2.1	0.4
12	T12 (0,2)	3.2	0.28	13	2.8	4.2	0.7	2.0	0.2
13	T13 (0,0)	3.6	0.35	12	4.9	3.7	0.7	2.0	0.1

En el Cuadro 3.3 muestra las características de crecimiento vegetativo de la *Festuca rigescens*; se observa una respuesta al uso de la fertilización, porque los valores son superiores al testigo, en las diferentes características evaluadas (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja), así mismo podemos mencionar algunas diferencias como: los tratamientos T3, T4 y T2 son superiores al T1 en (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja).

3.1.4. Especie *Muhlenbergia ligularis*

En el cuadro 3.4 se muestra el promedio y la desviación estándar de las variables de productividad como: altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja las cuales fueron tomadas al momento del corte.

Cuadro 3.4 Características del crecimiento vegetativo de la *Muhlenbergia ligularis* al momento del corte. Ccarhuaccpampa 4000 msnm.

Nº	Tratamientos	Altura de planta (cm)		Nº de macollos		Largo de hoja (cm)		Ancho de hoja (mm)	
		X	σ	X	σ	X	σ	X	σ
1	T1 (-2,-2)	2.4	0.1	23	6.4	1.1	0.07	0.9	0.21
2	T2 (2,-2)	2.8	1.0	25	7.8	1.2	0.28	0.9	0.28
3	T3 (-2,2)	2.9	0.8	39	19.8	1.3	0.42	0.9	0.21
4	T4 (2,2)	3.6	0.7	53	16.3	1.1	0.14	1.5	0.71
5	T5 (-2,0)	2.9	1.0	35	6.4	1.2	0.21	0.8	0.21
6	T6 (-1,0)	3.2	0.6	28	2.1	1.2	0.28	1.0	0.21
7	T7 (1,0)	2.8	0.5	37	9.9	1.3	0.35	1.0	0.35
8	T8 (2,0)	2.9	0.7	26	2.8	1.1	0.07	0.9	0.14
9	T9 (0,-2)	2.5	0.2	25	6.4	1.1	0.07	0.8	0.14
10	T10 (0,-1)	2.4	0.5	22	7.1	1.2	0.21	0.9	0.14
11	T11 (0,1)	3.5	0.1	38	15.6	1.2	0.21	1.1	0.21
12	T12 (0,2)	4.1	0.1	39	9.2	1.2	0.28	1.0	0.07
13	T13 (0,0)	3.2	0.4	24	2.1	1.3	0.42	1.0	0.21

En el Cuadro 3.4 muestra las características de crecimiento vegetativo de la *Muhlenbergia ligularis*; se observa una respuesta al uso de la fertilización, porque los valores son superiores al testigo, en las diferentes características evaluadas (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja), así mismo podemos mencionar algunas diferencias como: los tratamientos T3, T4 y T12 son superiores al T1 en (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja).

3.1.5. Especie *Trifolium amabile*

En el cuadro 3.5 se muestra el promedio y la desviación estándar de las variables de productividad como: altura de planta, número de tallos, largo y ancho del foliolo las cuales fueron tomadas al momento del corte.

Cuadro 3.5 Características del crecimiento vegetativo del *Trifolium amabile* al momento del corte. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Nº	Tratamientos	Altura de planta (cm)		Nº de tallos		Largo de foliolo (mm)		Ancho de foliolo (mm)	
		X	σ	X	σ	X	σ	X	σ
1	T1 (-2,-2)	3.4	0.1	4.0	1.4	5.0	1.41	3.5	0.71
2	T2 (2,-2)	3.6	1.1	4.5	0.7	4.5	0.71	3.5	0.71
3	T3 (-2,2)	4.7	0.6	4.5	0.7	5.5	0.71	3.5	0.71
4	T4 (2,2)	4.5	2.0	4.5	0.7	6.0	1.41	3.5	0.71
5	T5 (-2,0)	4.5	1.0	5.0	1.4	5.5	0.71	3.5	0.71
6	T6 (-1,0)	4.7	0.4	5.0	1.4	6.0	1.41	4.5	0.71
7	T7 (1,0)	4.7	0.4	4.5	0.7	6.0	1.41	5.0	1.41
8	T8 (2,0)	4.8	0.9	4.0	1.4	5.5	0.71	4.5	0.71
9	T9 (0,-2)	4.5	0.9	3.5	2.1	5.5	0.71	4.5	0.71
10	T10 (0,-1)	4.3	1.3	4.0	1.4	5.0	1.41	3.5	0.71
11	T11 (0,1)	5.1	0.2	4.5	2.1	5.5	0.71	4.5	0.71
12	T12 (0,2)	3.9	0.8	4.5	2.1	5.5	0.71	3.5	0.71
13	T13 (0,0)	4.0	1.1	4.0	1.4	5.5	0.7	4.0	1.41

En el Cuadro 3.5 muestra las características de crecimiento vegetativo de la *Trifolium amabile*; se observa una respuesta al uso de la fertilización, porque los valores son superiores al testigo, en las diferentes características evaluadas (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja), así mismo podemos mencionar algunas diferencias como: los tratamientos T3, T4 y T12 son superiores al T1 en (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de hoja).

3.2 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

Los resultados del rendimiento de materia seca de forraje de las cinco especies de pastos naturales (*Poa perigulata*, *Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens*, *Muhlenbergia ligularis* y *Trifolium amabile*), fueron

evaluados de la siguiente manera: en caso de las gramíneas en la fase de grano lechoso y en leguminosa inicio de floración, las cuales muestran que todos los tratamientos superan al testigo; siendo el valor más alto el tratamiento T4 (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK), mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento T1 (Testigo).

Cuadro 3.6 Cuadrados medios del rendimiento de materia seca de los tratamientos evaluados en las cinco especies de pastos altoandinos. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

F.V.	GL	Cuadrados Medios				
		<i>Poa perigulata.</i>	<i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Festuca rigescens</i>	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	<i>Trifolium amabile</i>
Bloque	2	603.84 ns	617.72 ns	364.07 ns	27301.6 *	218.75ns
Trat.	12	30201.11 **	39788.94 **	11618.81**	639427.6 **	9334.7 **
Error	24	386.44	679.64	236.94	7345.5	105.8
Total	38					
C.V.(%)		8.30	8.43	7.57	9.24	6.83

El Cuadro 3.6 del resumen del ANVA, muestra diferencia estadística altamente significativa entre tratamiento, esto nos explica la respuesta de la materia seca por el efecto de los diferentes tratamientos evaluados en los diferentes pastizales trasplantados y su desarrollo vegetativo. El coeficiente de variación ofrece una buena precisión y confianza en los resultados obtenidos. Esta significación estadística nos permite el análisis de la prueba de Duncan para poder observar el mejor tratamiento en el rendimiento de materia seca.

3.2.1 Rendimiento materia seca de la especie *Poa perligulata*

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3.7 Prueba de Duncan (0.05) para el rendimiento de materia seca en *Poa perligulata*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Tratamiento			Rdto M.S. kg.ha ⁻¹	Duncan
Nº	G. Isla t.ha ⁻¹	Formulas N P K		
T4 (2,2)	2	150-200-150	462.7	a
T8 (2,0)	2	075-100-075	317.1	b
T3 (-2,2)	0	150-200-150	304.9	b
T12 (0,2)	1	150-200-150	300.4	b
T11 (0,1)	1	113-150-113	252.1	c
T7 (1,0)	1.5	075-100-075	242.7	c d
T6 (-1,0)	0.5	075-100-075	224.2	c d e
T13 (0,0)	1	075-100-075	217.1	c d e
T9 (0,-2)	1	0-0-0	211.8	d e
T5 (-2,0)	0	075-100-075	197.1	e f
T2 (2,-2)	2	0-0-0	171.7	f
T10 (0,-1)	1	038-050-038	122.8	g
T1 (-2,-2)	0	0-0-0	51.4	h

En el Cuadro 3.7 de la prueba de Duncan permite mostrar que el rendimiento más alto corresponden al tratamiento T4, (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK), con un rendimiento de 462.73 kg.ha⁻¹ superando estadísticamente a todos los tratamientos, seguidamente de los tratamientos T8, (2 t.ha⁻¹ de Guano de Isla y 75-100-75 de NPK), T3 (sin Guano de isla, 150-200-150 de NPK) y T12 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK), mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo

con el tratamiento T1 correspondiente al testigo (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK), con un rendimiento de apenas 51.43 kg.ha⁻¹. Asimismo se debe resaltar que el rendimiento obtenido para esta especie fue con una cobertura de 13% en un área de 1m², y el rendimiento a una cobertura de 80% con el máximo nivel de abonamiento es 2107.5 kg.ha⁻¹.

Cuadro 3.8 Coeficiente de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de materia seca de la *Poa perligulata*.

Parámetro	Valor Estimado	t para Ho: parámetro 0	Error	Pr>t
Intercepto	216.992	9.38	23.125	<.0001 **
X ₁	31.725	3.24	9.784	0.0143 *
X ₂	53.311	5.45	9.784	0.0010 **
X ₁₁	6.653	0.87	7.620	0.4115 ns
X ₂₂	3.162	0.41	7.620	0.6906 ns
X ₁ X ₂	2.348	0.38	6.236	0.7178 ns

El análisis de la regresión (cuadro 3.8), para estimar la influencia del Guano de isla (X₁) y el nivel de NPK (X₂), en el rendimiento de materia seca, muestra alta significación estadística para los componentes lineales para ambos factores; por lo que no es posible, con los tratamientos estudiados, determinar los niveles de ambos factores que maximizan el rendimiento de materia seca de *Poa perligulata*. Asimismo los valores para X₁ y X₂ señalan que es posible incrementar los niveles de Guano de isla y de NPK para posibilitar un mayor rendimiento de *Poa perligulata*.

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = 216.992 + 31.7025X_1 + 53.311X_2 + 6.653X_1^2 + 3.162X_2^2 + 2.348X_1X_2$$

El gráfico de Superficie de respuesta sería al siguiente (Gráfico 3.1)

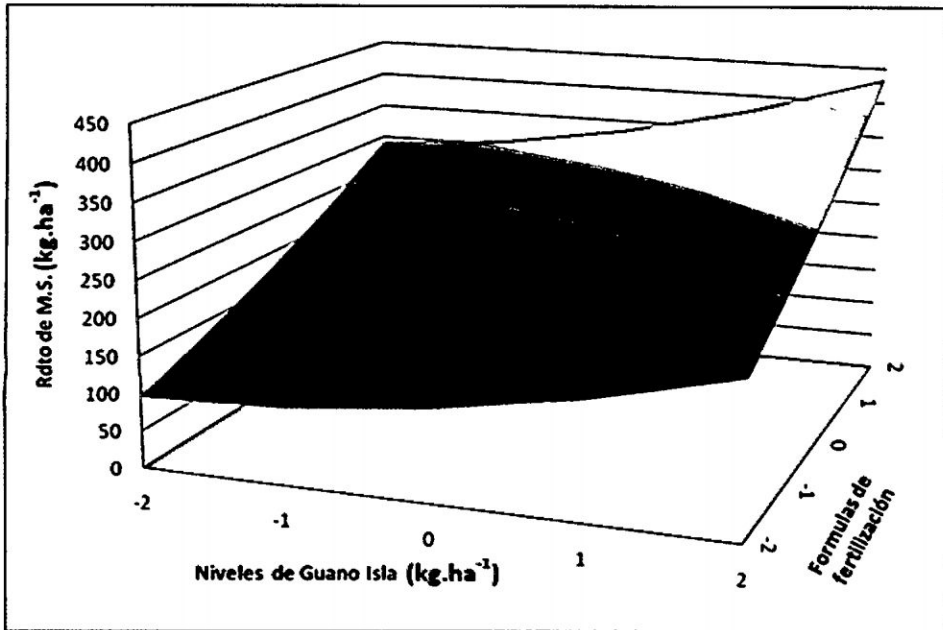


Gráfico 3.1 Superficie de respuesta para el rendimiento de la materia seca del *Poa perligulata*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

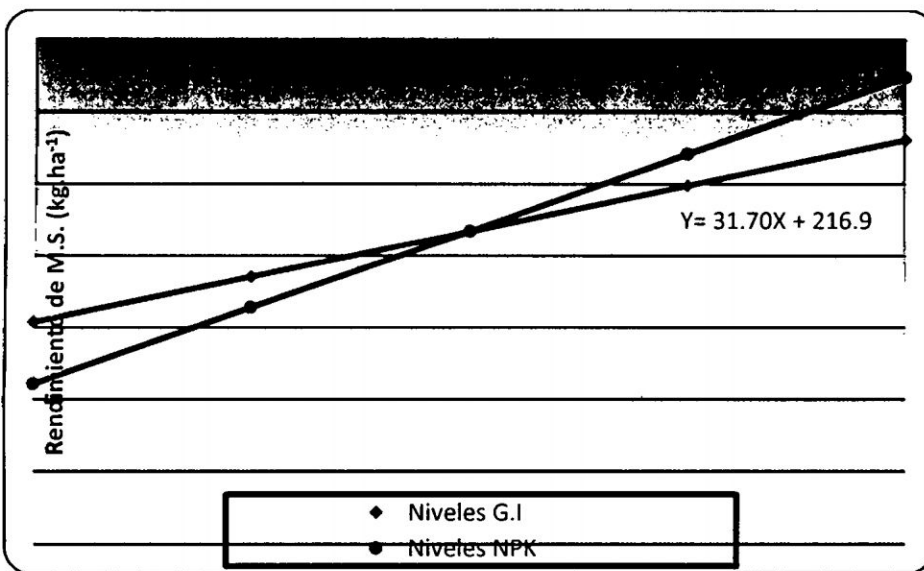


Gráfico 3.2 Efecto del Guano de isla y NPK en el rendimiento de materia seca en *Poa perligulata*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

En el Gráfico 3.2 se destaca la pendiente lineal creciente que corresponde al factor X_2 : Niveles de NPK comparado con la pendiente lineal del factor X_1 nivel de Guano de isla; esto indica que los niveles de NPK es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento de materia seca de *Poa perligulata*

Una inspección visual al gráfico 3.1, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor X_2 (niveles de NPK) está más inclinada.

3.2.2 Rendimiento materia seca de la especie *Festuca dolichophylla*

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3.9 Prueba de Duncan (0.05) para el rendimiento de materia seca en *Festuca dolichophylla*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Tratamiento			Rdto M.S. kg.ha ⁻¹	Duncan
Nº	G. Isla t.ha ⁻¹	Formulas N P K		
T4 (2,2)	2	150-200-150	517.9	a
T12 (0,2)	1	150-200-150	473.3	b
T11 (0,1)	1	113-150-113	404.8	c
T3 (-2,2)	0	150-200-150	340.9	d
T10 (0,-1)	1	038-050-038	340.8	d
T13 (0,0)	1	075-100-075	323.6	d
T6 (-1,0)	0.5	075-100-075	310.5	d
T8 (2,0)	2	075-100-075	303.5	d
T2 (2,-2)	2	0-0-0	293.9	d
T7 (1,0)	1.5	075-100-075	213.9	e
T9 (0,-2)	1	0-0-0	210.8	e
T5 (-2,0)	0	075-100-075	178.5	e
T1 (0,0)	0	0-0-0	106.2	f

En el Cuadro 3.9 de la prueba de Duncan nos permite mostrar que el tratamiento T4 (2 t.ha⁻¹ de Guano de Isla y 150-200-150 de NPK), con un rendimiento de 517.93 kg.ha⁻¹ supera estadísticamente a todo los tratamientos, destacando también el tratamiento T12 (1 t.ha⁻¹ de Guano de Isla y 150-200-150 NPK), asimismo el tratamiento T11 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 113-150-113 de NPK), mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento T1 correspondiente al testigo (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK), con un rendimiento de apenas 106.23 kg.ha⁻¹. Asimismo se debe resaltar que el rendimiento obtenido para esta especie fue con una cobertura de 13% en un área de 1m², y el rendimiento a una cobertura de 80% con el máximo nivel de abonamiento es 2777.3 kg.ha⁻¹.

Cuadro 3.10 Coeficiente de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de materia seca de la *Festuca dolichophylla*.

Parámetro	Valor Estimado	t para Ho: parámetro 0	Error	Pr>t
Intercepto	311.514	10.98	28.381	<.0001 **
X ₁	33.957	2.83	12.008	0.0255 *
X ₂	57.939	4.83	12.008	0.0019 **
X ₁₁	-15.728	-1.68	9.352	0.1365 ns
X ₂₂	14.544	1.56	9.352	0.1638 ns
X ₁ X ₂	-0.668	-0.09	7.654	0.9328 ns

El análisis de la regresión (cuadro 3.10), para estimar la influencia del Guano de isla (X₁) y el nivel de NPK (X₂), en el rendimiento de materia seca, muestra alta significación estadística para los componentes lineales para ambos factores; por lo que no es posible, con los tratamientos estudiados, determinar los niveles de ambos factores que maximizan el

rendimiento de materia seca de *Festuca dolichophylla*. Asimismo los valores para X_1 y X_2 señalan que es posible incrementar los niveles de Guano de isla y de NPK para posibilitar un mayor rendimiento de *Festuca dolichophylla*.

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = 311.514 + 33.957X_1 + 57.939X_2 - 15.728X_1^2 + 14.544X_2^2 - 0.668X_1X_2$$

El gráfico de Superficie de respuesta sería al siguiente (Gráfico 3.3)

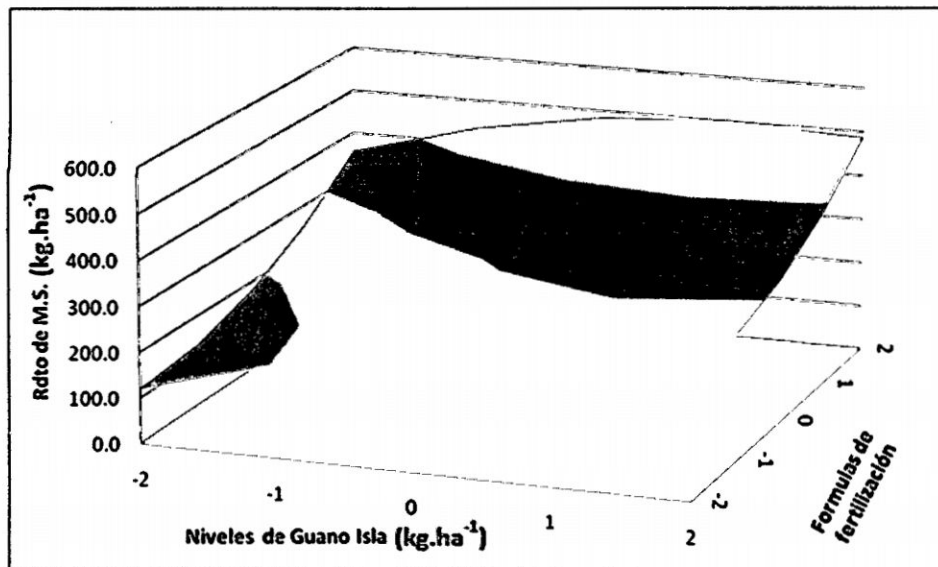


Gráfico 3.3 Superficie de respuesta para el rendimiento de la materia seca de la *Festuca dolichophylla*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

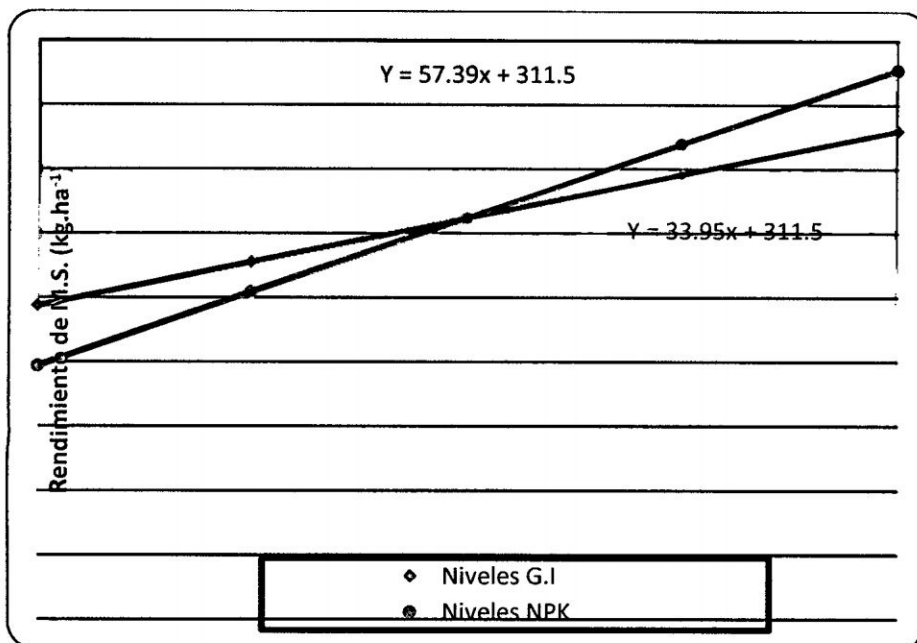


Gráfico 3.4 Efecto del Guano de isla y NPK en el rendimiento de materia seca en *Festuca dolichophylla*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

En el Gráfico 3.4 se destaca la pendiente lineal creciente que corresponde al factor X_2 : Niveles de NPK comparado con la pendiente de la curva del factor X_1 nivel de Guano de isla; esto indica que los niveles de NPK es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento de materia seca de *Festuca dolichophylla*.

Una inspección visual al gráfico 3.3, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor X_2 (niveles de NPK) está más inclinada.

3.2.3 Rendimiento materia seca de la especie *Festuca rigescens*

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3.11 Prueba de contraste de Duncan del rendimiento de materia seca en *Festuca rigescens*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Tratamiento			Rdto M.S. kg.ha ⁻¹	Duncan
Nº	G. Isla t.ha ⁻¹	Formulas N P K		
T4 (2,2)	2	150-200-150	292.7	a
T8 (2,0)	2	075-100-075	272.3	a b
T12 (0,2)	1	150-200-150	258.5	b c
T7 (1,0)	1.5	075-100-075	232.4	c d
T3 (-2,2)	0	150-200-150	232.3	c d
T6 (-1,0)	0.5	075-100-075	227.2	d e
T11 (0,1)	1	113-150-113	213.9	d e
T13 (0,0)	1	075-100-075	212.9	d e
T5 (-2,0)	0	075-100-075	198.0	e
T10 (0,-1)	1	038-050-038	157.7	f
T2 (2,-2)	2	0-0-0	153.0	f
T9 (0,-2)	1	0-0-0	108.4	g
T1 (-2,-2)	0	0-0-0	82.6	g

El Cuadro 3.11 de la prueba de Duncan permite mostrar que el tratamiento T4 (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK) y T8 (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), superan estadísticamente a los demás tratamientos con un rendimiento de 292.70 kg.ha⁻¹ y 272.30 kg.ha⁻¹ respectivamente, seguidamente de los tratamientos T12 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-100-150 de NPK), T7 (1.5 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), T3 (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-100-150 de NPK), T6 (0.5 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), T11 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 113-150-113 de NPK), T13(1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK) y T5 (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con los tratamientos T9

(1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK) y T1 correspondiente al testigo (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK), con un rendimiento de apenas 82.60 kg.ha⁻¹. Asimismo se debe resaltar que el rendimiento obtenido para esta especie fue con una cobertura de 8% en un área de 1m², y el rendimiento a una cobertura de 80% con el máximo nivel de abonamiento es 2389.1 kg.ha⁻¹.

Cuadro 3.12 Coeficiente de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de materia seca de la *Festuca rigescens*.

Parámetro	Valor Estimado	t para Ho: parámetro 0	Error	Pr>t
Intercepto	213.692	29.73	7.187	<.0001 **
X ₁	15.976	5.25	3.041	0.0012 **
X ₂	35.97	11.83	3.041	<.0001 **
X ₁₁	4.76	2.01	2.368	0.0843 ns
X ₂₂	-9.987	-4.22	2.368	0.0039 **
X ₁ X ₂	-0.625	-0.32	1.938	0.7565 ns

El análisis de la regresión (cuadro 3.12), para estimar la influencia del Guano de isla (X₁) y el nivel de NPK (X₂), en el rendimiento de materia seca, muestra alta significación estadística para los componentes lineales para ambos factores; pero para el componente cuadrático el nivel de NPK (X₂), muestra alta significación estadística, por lo que es posible, con los tratamientos estudiados, determinar los niveles de NPK (X₂) que maximice el rendimiento de materia seca de *Festuca rigescens*. Asimismo los valores para X₁ señala que es posible incrementar los niveles de Guano de isla para un mayor rendimiento de *Festuca rigescens*.

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = 213.62 + 15.976X_1 + 35.970X_2 + 4.760X_1^2 - 9.987X_2^2 - 0.625X_1X_2$$

Los niveles que maximizan la producción, tomando de referencia el máximo nivel para el factor de $X_1 = 2$, entonces el valor de X_2 se tienen:

$$\frac{dY}{dX_2} = 35.970 + 0.625X_1 - 19.974X_2 = 0$$

Resolviendo el sistema se tiene $X_2 = 1.8634$

Los valores codificados de X_1 en función de N, P_2O_5 y K_2O se tienen:

$$N = 145.08 \text{ Kg.ha}^{-1}, P_2O_5 = 193.17 \text{ Kg.ha}^{-1} \text{ y } K_2O = 145.08 \text{ Kg.ha}^{-1}$$

Hallando $Y =$ Producción máxima, se tiene:

$$Y = 294.63 \text{ Kg.ha}^{-1}$$

El gráfico de Superficie de respuesta sería al siguiente (Gráfico 3.5)

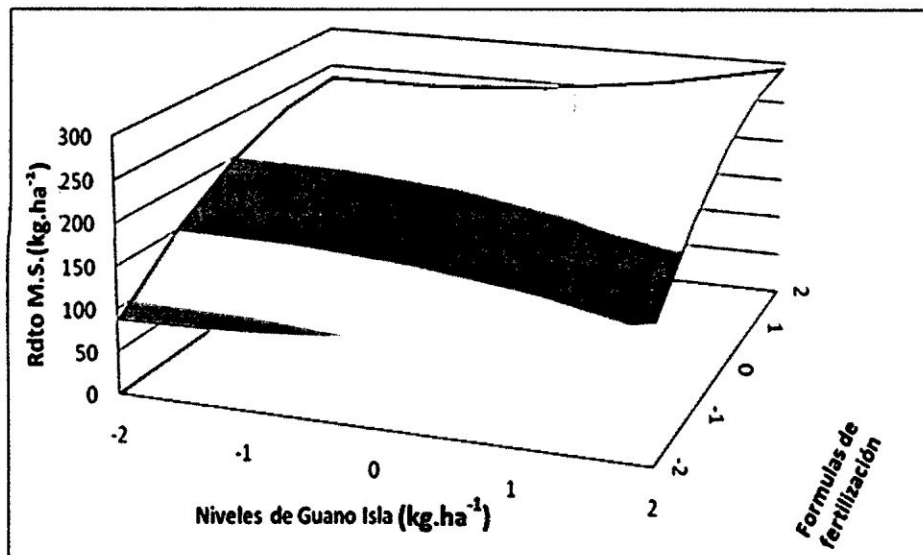


Gráfico 3.5 Superficie de respuesta para el rendimiento de la materia seca de la *Festuca rigescens*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

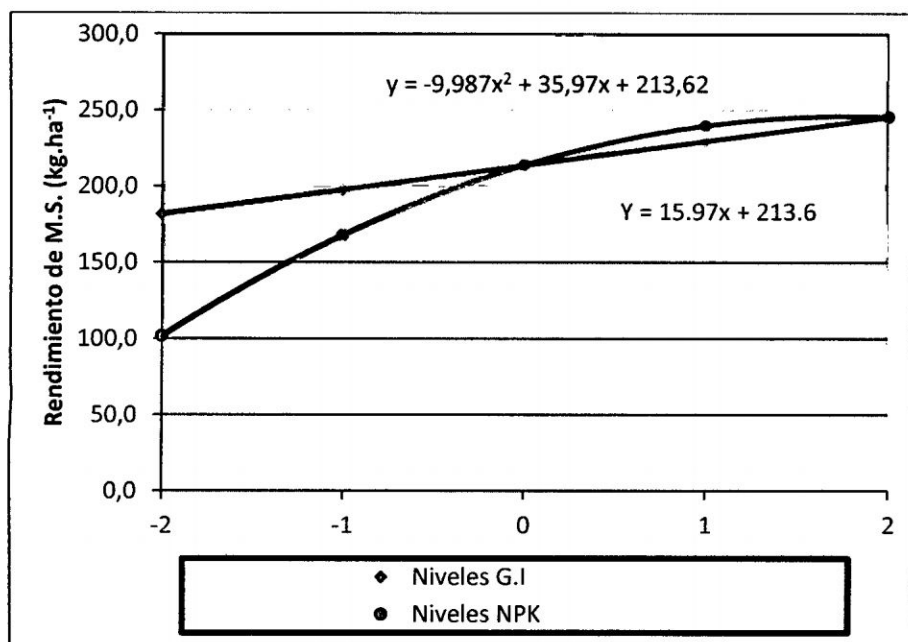


Gráfico 3.6 Efecto del Guano de isla y NPK en el rendimiento de materia seca en *Festuca rigescens*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

En el Gráfico 3.6 se destaca la tendencia lineal que corresponde al factor X_1 : niveles de Guano de isla comparado con la tendencia curva del factor X_2 niveles de NPK; esto indica que los niveles de NPK es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento de materia seca de *Festuca rigescens*.

Una inspección visual al gráfico 3.5, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la curva de la superficie hacia el eje del factor X_2 (niveles de NPK) está más pronunciada.

3.2.4 Rendimiento materia seca de la especie *Muhlenbergia ligularis*

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3.13 Prueba de Duncan (0.05) para el rendimiento de materia seca en *Muhlenbergia ligularis*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Tratamiento			Rdto. M.S. kg.ha ⁻¹	Duncan
Nº	G. Isla t.ha ⁻¹	Formulas N P K		
T4 (2,2)	2	150-200-150	1745.3	a
T12 (0,2)	1	150-200-150	1605.5	b
T11 (0,1)	1	113-150-113	1285.7	c
T7 (1,0)	1.5	075-113-075	1279.6	d
T3 (-2,2)	0	150-200-150	1097.8	d
T2 (2,-2)	2	0-0-0	960.9	d
T6 (-1,0)	0.5	075-113-075	895.5	d
T13 (0,0)	1	075-113-075	805.1	d
T5 (-2,0)	0	075-113-075	750.2	d
T8 (2,0)	2	075-113-075	482.3	e
T10 (0,-1)	1	038-050-038	461.1	e
T9 (0,-2)	1	0-0-0	378.3	e
T1 (-2,-2)	0	0-0-0	309.5	f

El Cuadro 3.13 de la prueba de Duncan permite mostrar que el tratamiento T4 (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK), supera estadísticamente a los demás tratamientos, seguidamente de los tratamiento T12 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-100-150 de NPK), T11 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 113-150-113 de NPK), asimismo podemos mencionar los tratamientos T7 (1.5 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), T3 (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-100-150 de NPK), T6 (0.5 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), T13(1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), T2 (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK) y T5 (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), mientras que el rendimiento

más bajo se obtuvo con los tratamientos T1 correspondiente al testigo (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK), con un rendimiento de apenas 309.5 kg.ha⁻¹. Asimismo se debe resaltar que el rendimiento obtenido para esta especie fue con una cobertura de 6% en un área de 1m², y el rendimiento a una cobertura de 80% con el máximo nivel de abonamiento es 5875.94 kg.ha⁻¹. Asimismo se debe resaltar que el rendimiento obtenido para esta especie fue con una cobertura de 56% en un área de 1m², y el rendimiento a una cobertura de 80% con el máximo nivel de abonamiento es 2307.8 kg.ha⁻¹.

Cuadro 3.14 Coeficiente de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de materia seca de la *Muhlenbergia ligularis*.

Parámetro	Valor Estimado	t para Ho: parámetro 0	Error	Pr>t
Intercepto	876.828	6.34	138.373	0.0004 **
X ₁	94.088	1.61	58.545	0.1521 *
X ₂	247.092	4.22	58.545	0.0039 **
X ₁₁	-25.235	-0.55	45.594	0.5971 ns
X ₂₂	50.551	1.11	45.594	0.3042 ns
X ₁ X ₂	-0.25	-0.01	37.315	0.9950 ns

El análisis de la regresión (cuadro 3.14), para estimar la influencia del Guano de isla (X₁) y el nivel de NPK (X₂), en el rendimiento de materia seca, muestra alta significación estadística para los componentes lineales para ambos factores; por lo que no es posible, con los tratamientos estudiados, determinar los niveles de ambos factores que maximizan el rendimiento de materia seca de *Muhlenbergia ligularis*. Asimismo los valores para X₁ y X₂ señalan que es posible incrementar los niveles de

Guano de isla y de NPK para posibilitar un mayor rendimiento de *Muhlenbergia ligularis*.

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = 876.82 + 94.088X_1 + 247.10X_2 + -25.235X_1^2 + 50.551X_2^2 - 0.250X_1X_2$$

El gráfico de Superficie de respuesta sería al siguiente (Gráfico 3.2.7)

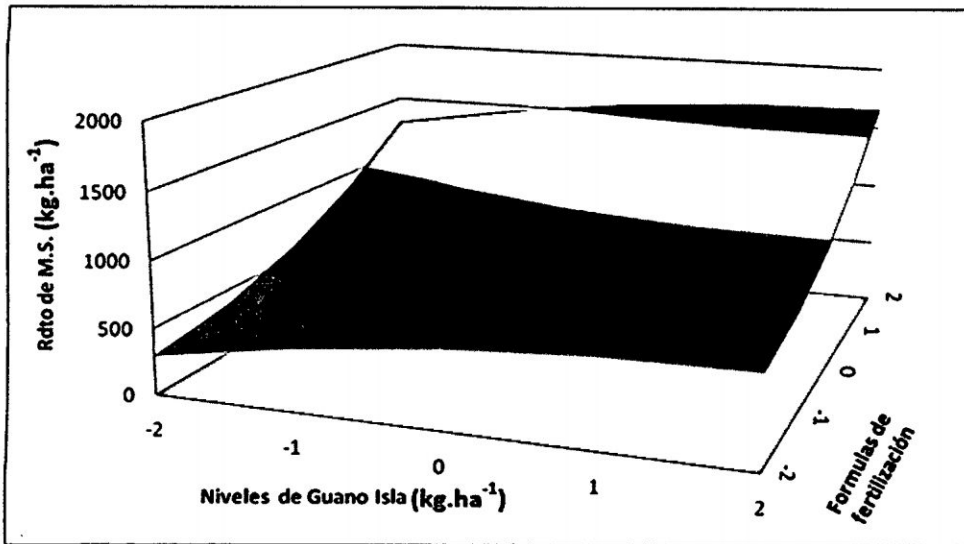


Gráfico 3.7 Superficie de respuesta para el rendimiento de la materia seca de la *Muhlenbergia ligularis*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

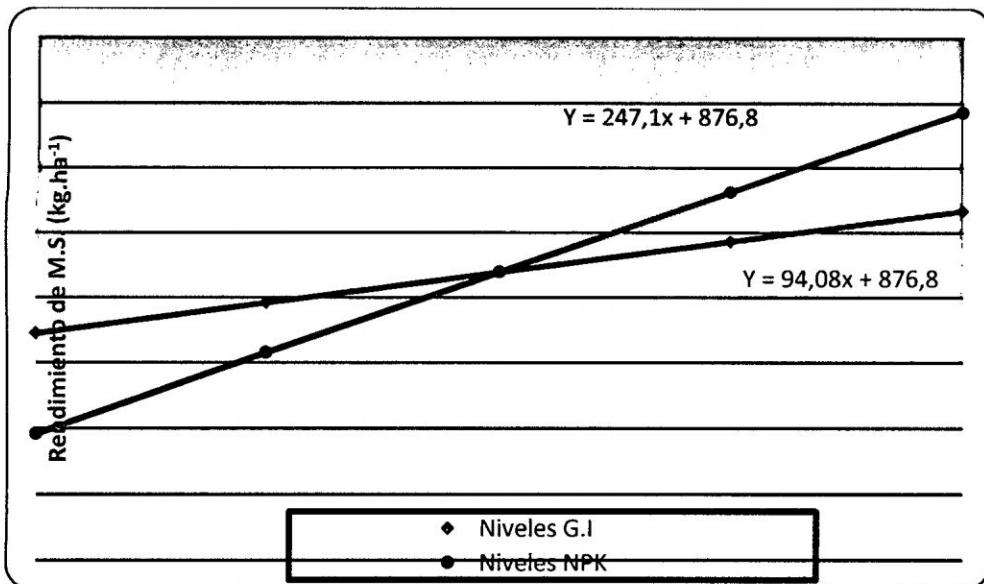


Gráfico 3.8 Efecto del Guano de isla y NPK en el rendimiento de materia seca en *Muhlenbergia ligularis*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

En el Gráfico 3.8 se destaca la pendiente lineal creciente que corresponde al factor X_2 : Niveles de NPK comparado con la pendiente de la curva del factor X_1 nivel de Guano de isla; esto indica que los niveles de NPK es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento de materia seca de *Muhlenbergia ligularis*.

Una inspección visual al gráfico 3.7, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor X_2 (niveles de NPK) está más inclinada.

3.2.5 Rendimiento materia seca de la especie *Trifolium amabile*

Para determinar la importancia de cada uno de estos tratamientos se realizó la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3.15 Prueba de Duncan (0.05) para el rendimiento de materia seca en *Trifolium amabile*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

Tratamiento			Rdto M.S. kg.ha ⁻¹	Duncan
Nº	G. Isla t.ha ⁻¹	Formulas N P K		
T4 (2,2)	2	150-200-150	247.8	a
T12 (0,2)	1	150-200-150	209.9	b
T11 (0,1)	1	075-100-075	202.7	b
T3 (-2,2)	0	150-200-150	184.4	c
T8 (2,0)	2	075-100-075	183.9	c
T7 (1,0)	1.5	075-100-075	170.1	c d
T6 (-1,0)	0.5	075-100-075	159.0	d
T5 (-2,0)	0	075-100-075	136.6	e
T10 (0,-1)	1	038-050-038	106.9	f
T13 (0,0)	1	075-100-075	106.1	f
T2 (2,-2)	2	0-0-0	98.1	f
T9 (0,-2)	1	0-0-0	93.9	f
T1 (-2,-2)	0	0-0-0	56.3	g

El Cuadro 3.15 de la prueba de Duncan permite mostrar que el tratamiento T4 (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK), con un rendimiento de 247.8 kg.ha⁻¹ superando estadísticamente a los demás tratamientos, seguidamente de los tratamientos T12 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 de NPK) y T11 (1 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 113-150-113 de NPK), asimismo los tratamientos se encuentran posteriores a los mencionados son: T7 (1.5 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), T3 (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-100-150 de NPK), T8 (2 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK) y T6 (0.5 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 75-100-75 de NPK), mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con el tratamiento T1 correspondiente al testigo (0 t.ha⁻¹ de Guano de isla y 0-0-0 de NPK), con un rendimiento de apenas 56.3 kg.ha⁻¹. Asimismo se debe resaltar que el rendimiento obtenido para esta especie fue con una cobertura de 27% en un área de 1m², y el rendimiento a una cobertura de 80% con el máximo nivel de abonamiento es 607.7 kg.ha⁻¹.

Cuadro 3.16 Coeficiente de regresión del modelo polinomial para el rendimiento de materia seca de la *Trifolium amabile*.

Parámetro	Valor Estimado	t para Ho: parámetro 0	Error	Pr>t
Intercepto	150.248	15.05	9.981	>.0001 **
X ₁	12.157	2.88	4.223	0.0237 *
X ₂	33.978	8.05	4.223	<.0001 **
X ₁₁	1.322	0.40	3.289	0.7001 ns
X ₂₂	-1.221	-0.37	3.289	0.7220 ns
X ₁ X ₂	1.356	0.50	2.691	0.6314 ns

El análisis de la regresión (cuadro 3.16), para estimar la influencia del Guano de isla (X_1) y el nivel de NPK (X_2), en el rendimiento de materia seca, muestra alta significación estadística para los componentes lineales para ambos factores; por lo que no es posible, con los tratamientos estudiados, determinar los niveles de ambos factores que maximizan el rendimiento de materia seca de *Trifolium amabile*. Asimismo los valores para X_1 y X_2 señalan que es posible incrementar los niveles de Guano de isla y de NPK para posibilitar un mayor rendimiento de *Trifolium amabile*.

Considerando el modelo polinomial (superficie de respuesta)

$$\hat{Y} = 150.248 + 12.157X_1 + 33.978X_2 + 1.322X_1^2 - 1.2211X_2^2 + 1.356X_1X_2$$

El gráfico de Superficie de respuesta sería al siguiente (Gráfico 3.9)

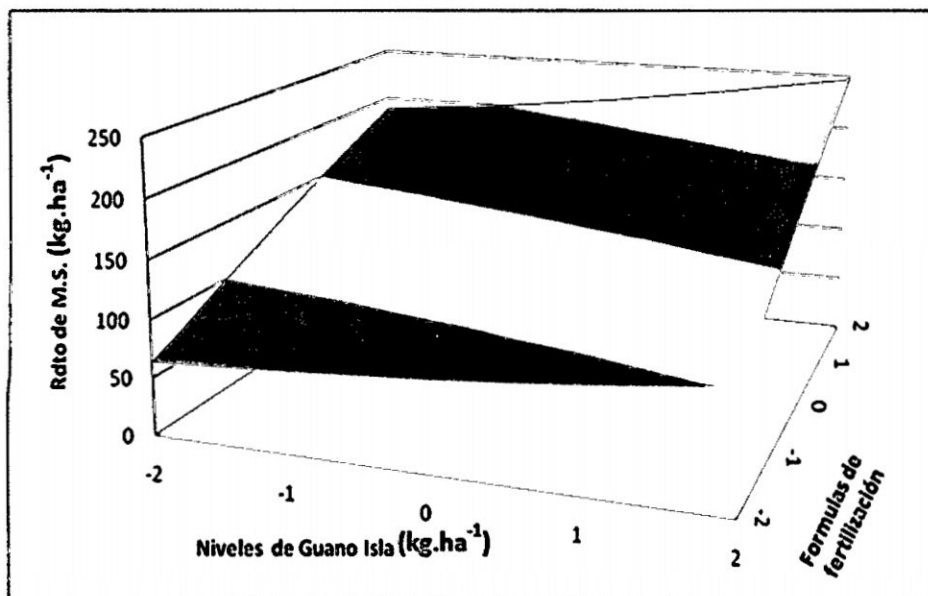


Gráfico 3.9 Superficie de respuesta para el rendimiento de la materia seca del *Trifolium amabile*. Carhuaccpampa 4000 msnm

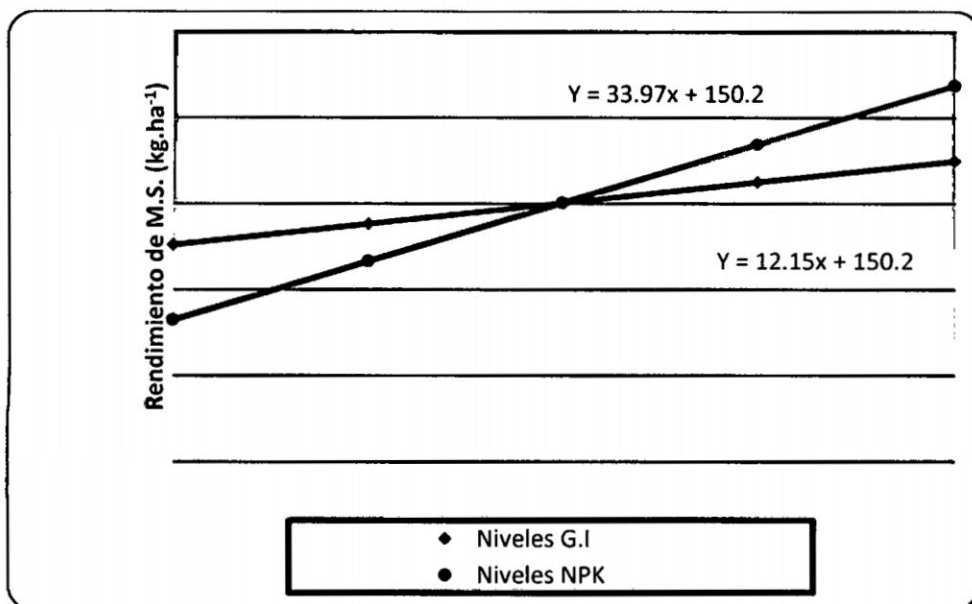


Gráfico 3.10 Efecto del Guano de isla y NPK en el rendimiento de materia seca *Trifolium amabile*. Ccarhuaccpampa 4000 msnm

En el Gráfico 3.10 se destaca la pendiente lineal creciente que corresponde al factor X_2 : Niveles de NPK comparado con la pendiente de la curva del factor X_1 nivel de Guano de isla; esto indica que los niveles de NPK es el factor que más influencia tiene sobre el rendimiento de materia seca de *Trifolium amabile*.

Una inspección visual al gráfico 3.9, permite llegar a la misma conclusión, debido a que la pendiente de la superficie hacia el eje del factor X_2 (niveles de NPK) está más inclinada.

Existen pocos antecedentes de la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos en especies forrajeras nativas altoandinas. Las técnicas y diseños que se han usado para determinar los efectos de la aplicación de fertilizantes en pastizales naturales altoandinos son similares en muchos aspectos a los principios agronómicos aplicables para evaluar las respuestas de un cultivo a la fertilización. Las diferencias están que en

pastizales nativos los estudios tienen mayor duración, debido a las mayores variaciones en la precipitación principalmente y a otros factores medio ambientales. Florez y Malpartida (1987).

El estudio en abonamiento con guano de isla y fertilizantes sintéticos en cinco especies de pastos de naturales, se obtuvo un rendimiento de MS: *Poa perligulata* 462.73 kg.ha⁻¹, *Festuca dolichophylla* 517.93 kg.ha⁻¹, *Festuca rigescens* 292.70 kg.ha⁻¹, *Muhlenbergia ligularis* 1745.3 kg.ha⁻¹ y *Trifolium amabile* 247.8 kg.ha⁻¹. En las cinco especies de pastos naturales ya mencionados; se obtuvo el máximo rendimiento con las mayores fórmulas de abonamiento (2 tn.ha⁻¹ de Guano de isla y 150-200-150 NPK).

Flórez y Malpartida (1987), realizaron una investigación efectuada para medir la respuesta a la aplicación de fertilizantes en la granja modelo de Puno-Chuquibambilla en diferentes sitios de pastizales, los resultados muestran que hay respuesta significativa a la aplicación creciente de 50 y 100 kg.ha⁻¹ de N. similar respuesta se obtiene a la aplicación de P y elementos menores. En cambio no hay respuesta significativa a la aplicación de K y Ca, probablemente a que el suelo tenía un alto contenido de potasio disponible, el rendimiento obtenido fue de 2272 kg.ha⁻¹MS. Los rendimientos obtenidos en el presente trabajo se encuentran dentro de estos rangos.

INPOFOS (2003), realizaron trabajos en las principales especies forrajeras en América tropical en gramíneas y leguminosas de clima frío como: *Festuca arundinacea*, *Festuca alatiior*, *Avena sativa*, *Poa annua*,

Trifolium pretense, *Trifolium repens* y otros. Obteniendo en *Festuca* alta rendimiento de media y alta de: 4.2 y 8 kg.ha⁻¹. Año, con cantidades de N, P₂O₅ y K₂O (80-69-90) y (120-137-120) y en tréboles rendimiento medio y alto de 9.5 y 15 kg.ha⁻¹. Año, con cantidades de N, P₂O₅ y K₂O (100-137-120) y (150-183-240).

Sotomayor, Miranda y Oscanoa (1992), estos investigadores realizaron un trabajo en Mejoramiento y Manejo de ahijaderos en puna seca en *Trifolium repens* y *Festuca dolichophylla*, obteniendo un resultado con niveles de fertilización para el chilligua (*Festuca dolichophylla*) 0 – 40 – 0 NPK y Guano de corral 5 t.ha⁻¹, un rendimiento de 2650 kg de MS.ha⁻¹.

UNALM, Programa de Forrajes (1968). La producción de un cultivo forrajero, está influenciada por el medio ambiente y factores productivos: que a diferentes niveles de ellos, originan distintos niveles de rendimientos. La fertilización de mantenimiento a base de N, en gramíneas forrajeras perennes y estacionales de varios cortes, es uno de los factores productivos de importancia, para su mantenimiento y calidad. Niveles óptimos 59 de N.

3.3 ANÁLISIS DE LA EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES

Otra aplicación del Diseño 03 de Julio es la determinación del coeficiente aparente de uso (CAU) de los fertilizantes; en el presente trabajo de investigación se determinó para cada uno de las cinco especies de pastos en dos estados fenológicos: inicio de espigado y grano lechoso (gramíneas), inicio de floración (leguminosa).

3.3.1. *Poa perligulata*

a. Inicio de espigado *Poa perligulata*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de

Isla aplicado, se representa en el gráfico 3.11

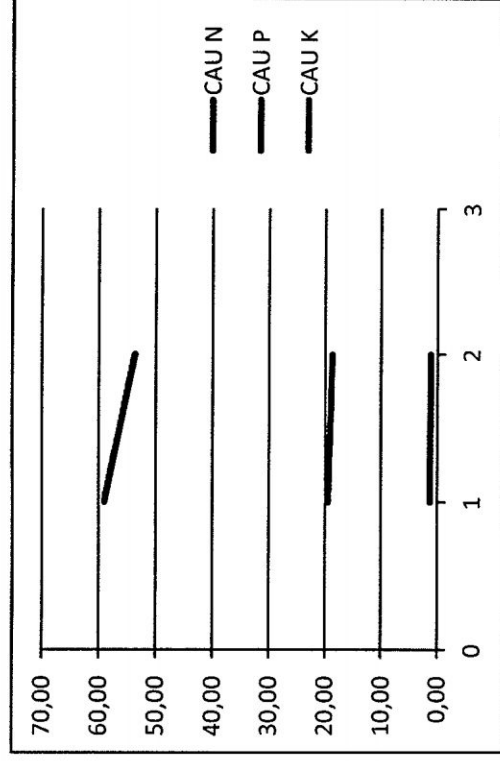


Gráfico 3.11 CAU del guano de isla, en *Poa perligulata*

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K

aplicado, se representa en el gráfico 3.12

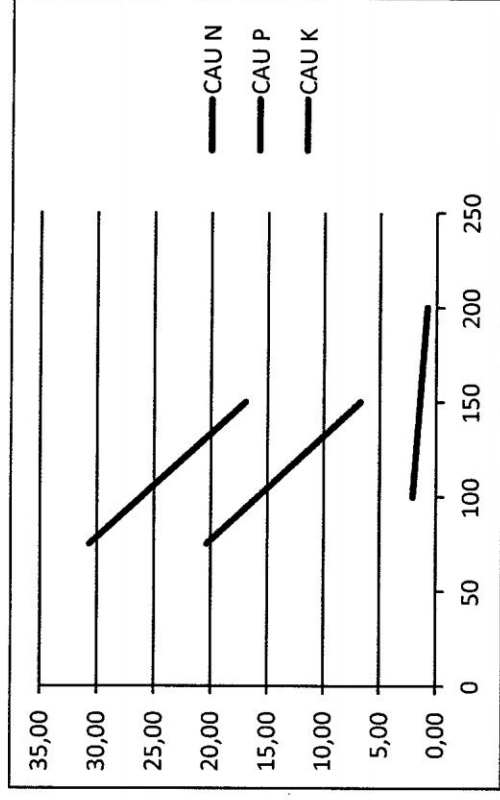


Gráfico 3.12 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Poa perligulata*

En el gráfico 3.11 se observa que el CAU para el N y P se mantiene constante a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; mientras que en el caso del K, el CAU disminuye a medidas crecientes, así mismo en el gráfico 3.12 se puede observar que el CAU para N, P y K disminuye a medidas crecientes de fertilizantes.

b. Grano lechoso *Poa perligulata*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de Isla aplicado, se representa en el gráfico 3.13

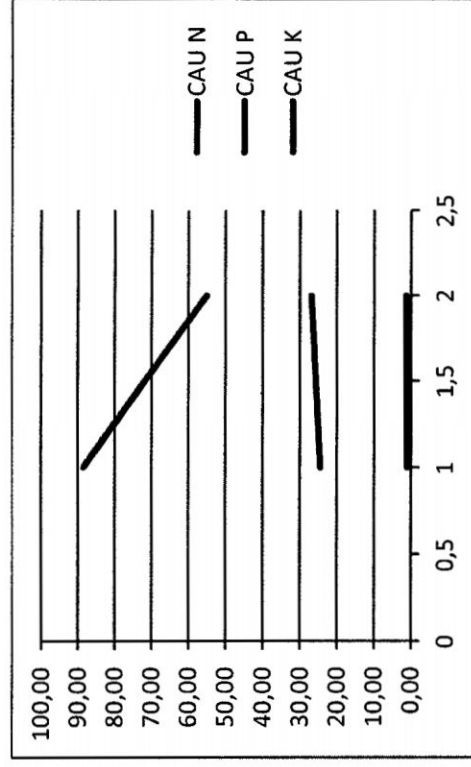


Gráfico 3.13 CAU del guano de isla, en *Poa perligulata*

En el gráfico 3.13 se observa que el CAU para el N y P se mantiene constante a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; mientras que en el caso del K, el CAU disminuye a medidas crecientes, del mismo modo en el gráfico 3.14 se puede observar que el CAU para el N y P se mantiene constante a medida que se incorpora mayor cantidad de fertilizantes, en el caso del K, el CAU disminuye a medidas crecientes.

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.14

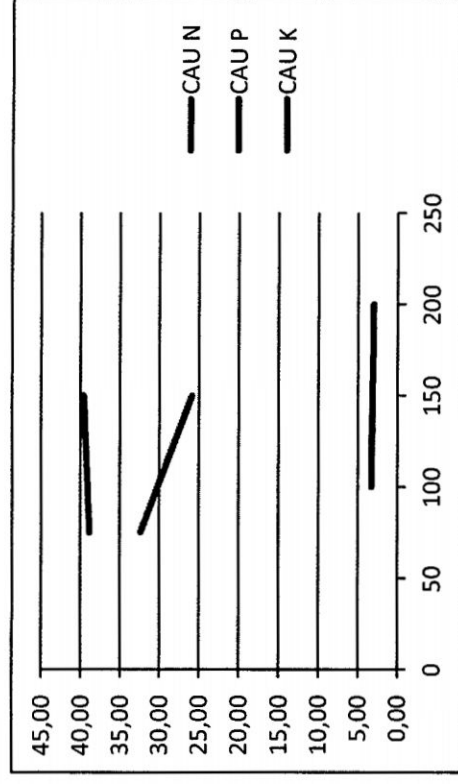


Gráfico 3.14 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Poa perligulata*

En los gráficos 3.11 (valores del CAU del Guano de isla) y gráfico 3.12 (valores del CAU del fertilizante sintético), correspondientes al inicio de espigado, se observa que, el CAU para el Fertilizante sintético es mayor con respecto al CAU del Guano de isla; esto debido a que los fertilizantes son más asimilables, por la concentración de nutrientes y mayor disponibilidad, principalmente en N y K, mientras que el Guano de isla de acuerdo a su naturaleza físico química posee una mineralización lenta. Así mismo, en el estado de grano lechoso se observa la misma tendencia (gráfico 3.14 y gráfico 3.13).

Los mayores valores del CAU, en los gráficos 3.13 y 3.14, son debido al tiempo transcurrido desde el inicio de rebrote hasta la fase de Estado Lechoso de la semilla, que es de 61 días, en comparación con la fase de Inicio de espigado, que es de 52 días (Durand 2008), esto debido a que el pasto nativo permanece por más tiempo en el campo y por ende tener mayor asimilación de nutrientes disponibles en el suelo, producto de la fertilización.

En los gráficos 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14 se observa que el CAU para el N, P y K disminuye a la incorporación de altas dosis de Fertilizante y Guano de Isla, esto debido a que el requerimiento nutricional del pasto se encuentra satisfecho a niveles medios de fertilización, el pasto nativo aprovecha en un 100% la asimilación de nutrientes incorporada a niveles medios, es decir cumple sus necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo, y a niveles altos de fertilización no es aprovechado, debido a que la planta asimilo lo requerido. Un ejemplo que

podemos simular comparando con el ser humano, una persona puede asimilar los nutrientes de la manzana al ingerir 2, pero si consume 5 manzanas podrá asimilar lo necesario y lo que su cuerpo lo requiera, produciéndole por el exceso de ingesta una indigestión y consecuentemente el desecho del exceso.

Los rangos del CAU para el N, P y K están dentro de: 30-70, 20-30 y 50-80 (Ibáñez y Aguirre 1983), los cuales los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran dentro de estos rangos.

En los gráficos 3.11 y 3.12 los valores del nitrógeno disminuyen al incremento de las fuentes de abonamiento, esto a que el concepto de eficiencia del N puede variar de acuerdo a la perspectiva de producción, pero no debe priorizarse la alta eficiencia en detrimento de la productividad. Se conoce la ley de los rendimientos decrecientes que indica que al incrementar las dosis de N los incrementos de producción se van reduciendo, y por la eficiencia se va haciendo menor (Boareto, Muraoka y Trevelin 2007)

Ciampitti y Garcia (2008), mencionan que se optimizará la eficiencia de uso de los nutrientes de acuerdo a las mejores prácticas de manejo en los cultivos que involucran una correcta nutrición, que consecuentemente conlleva a la aplicación correcta de fertilizantes: dosis correcta, fuente correcta, en el momento correcto y en la ubicación correcta.

3.3.2. *Festuca dollichophylla*

a. Inicio de espigado *Festuca dollichophylla*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de Isla aplicada, se representa en el gráfico 3.15.

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicados, se representa en el gráfico 3.16

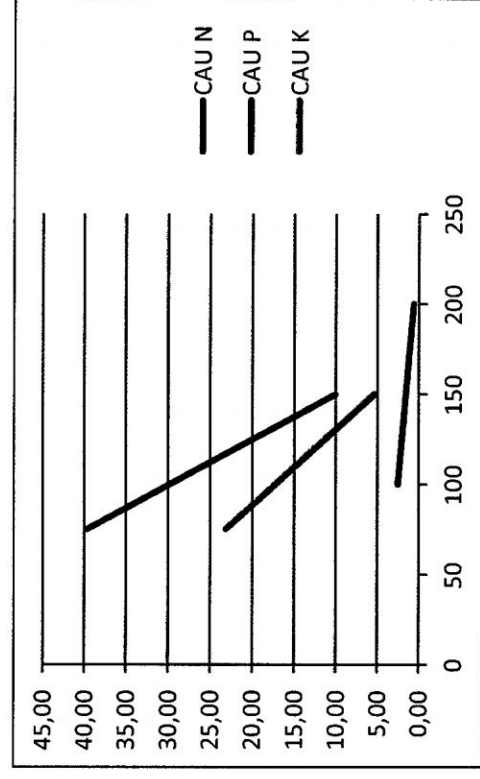
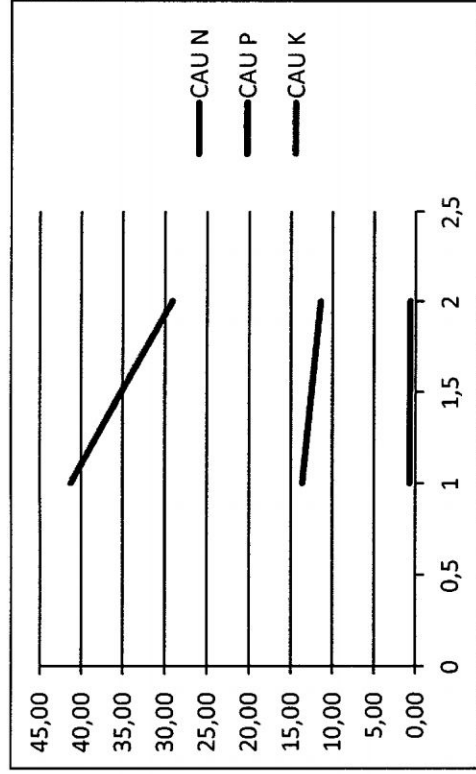


Gráfico 3.15 CAU del guano de isla, en *Festuca dollichophylla* **Gráfico 3.16 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Festuca dollichophylla***

En el gráfico 3.15 se observa que el CAU para el P se mantiene constante a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de Isla; mientras que en el caso del N y K, el CAU disminuye a medidas crecientes, así mismo en el gráfico 3.16 se observa que el CAU para el N, P y K disminuye a medidas crecientes de fertilizantes.

b. Grano lechoso *Festuca dollichophylla*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de isla aplicado, se representa en el gráfico 3.17

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.18

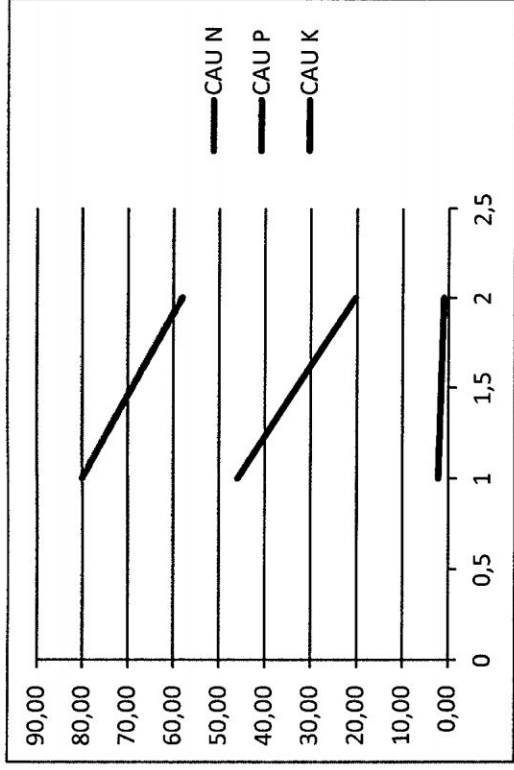
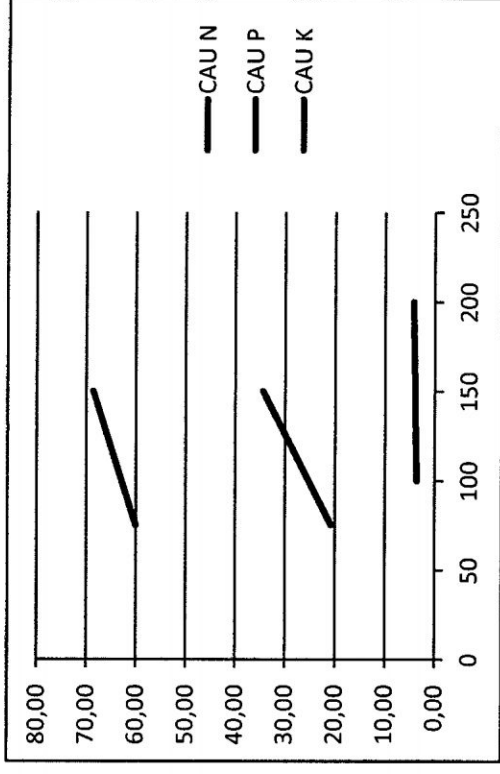


Gráfico 3.17 CAU del guano de isla, en *Festuca dollichophylla*

En el gráfico 3.17 se observa que el CAU para el N, P y K disminuye a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; mientras que en el gráfico 3.18 podemos observar que el CAU para el P se mantiene constante a mayores cantidades de fertilizante; mientras que para el N y K, el CAU muestra un ligero aumento a mayor aplicación fertilizantes.

Gráfico 3.18 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Festuca dollichophylla*



En los gráficos 3.15 (valores del CAU del Guano de isla) y gráfico 3.16 (valores del CAU del fertilizante sintético), correspondientes al inicio de espigado, se observa que, el CAU para el Fertilizante sintético es mayor con respecto al CAU del Guano de isla; esto debido a que los fertilizantes son más asimilables, por la concentración de nutrientes y mayor disponibilidad, principalmente en N y K, mientras que el Guano de isla de acuerdo a su naturaleza físico química posee una mineralización lenta. Así mismo, en el estado de grano lechoso se observa la misma tendencia (gráfico 3.17 y gráfico 3.18).

Los mayores valores del CAU, en los gráficos 3.17 y 3.18 debido al tiempo transcurrido desde el inicio de rebrote hasta la fase de Estado Lechoso de la semilla, que es de 93 días, en comparación con la fase de Inicio de espigado, que es de 56 días (Durand 2008), esto debido a que el pasto nativo permanece por más tiempo en el campo y de esta manera tener mayor asimilación de los nutrientes disponibles en el suelo, producto de la fertilización.

En los gráficos 3.15, 3.16 y 3.17 se observa que el CAU para el N, P y K disminuye a la incorporación de altas dosis de Fertilizante y Guano de Isla, esto debido a que el requerimiento nutricional del pasto se encuentra satisfecho a niveles medios de fertilización, el pasto nativo aprovecha en un 100% la asimilación de nutrientes incorporada a niveles medios, es decir cumple sus necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo, y a niveles altos de fertilización no es aprovechado, debido a que la planta asimila lo requerido. Un ejemplo que podemos simular

comparando con el ser humano, una persona puede asimilar los nutrientes de la manzana al ingerir 2, pero si consume 5 manzanas podrá asimilar lo necesario y lo que su cuerpo lo requiera, produciéndole por el exceso de ingesta una indigestión y consecuentemente el desecho del exceso. En el gráfico 3.18 el CAU muestra un ligero aumento a la aplicación de altas dosis de abonamiento, esto es producto de la fenología y características morfológicas de la especie.

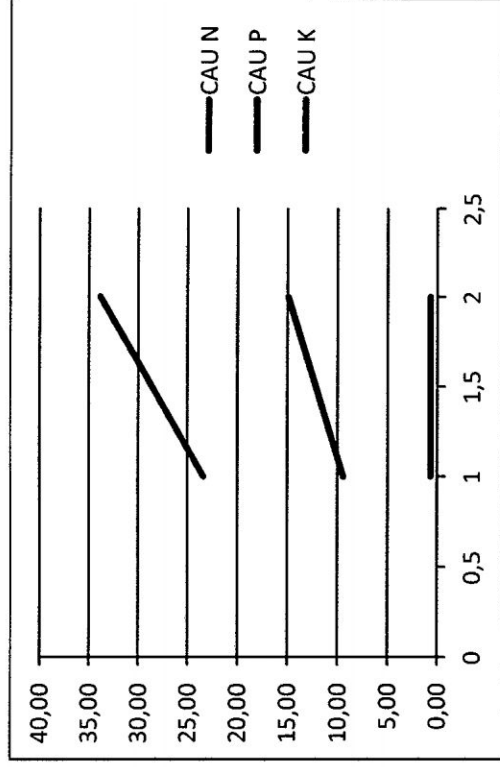
Asimismo Tisdale y Nelson (1979), concluye que para el nitrógeno, el método de aplicación, los elementos que acompañan en el transportador, y la colocación en el suelo, pueden causar diferencia en las respuestas del cultivo a los varios transportadores. El coste por unidad de nitrógeno aplicado al suelo es un factor importante en la determinación de la selección del fertilizante nitrogenado.

En los gráficos 3.15, 3.16 y 3.17 los valores del nitrógeno disminuyen al incremento de las fuentes de abonamiento, esto a que el concepto de eficiencia del N puede variar de acuerdo a la perspectiva de producción, pero no debe priorizarse la alta eficiencia en detrimento de la productividad. Se conoce la ley de los rendimientos decrecientes que indica que al incrementar las dosis de N los incrementos de producción se van reduciendo, y por la eficiencia se va haciendo menor (Boareto, Muraoka y Trevelin 2007)

3.3.3 Especie *Festuca rigescens*

a. Inicio de espigado *Festuca rigescens*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de isla aplicado, se representa en el gráfico 3.19.



La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.20

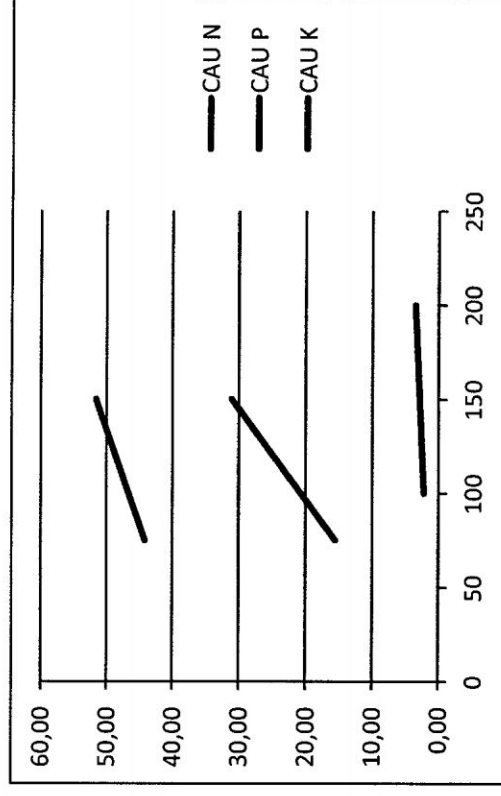


Gráfico 3.19 CAU del guano de isla, en *Festuca rigescens*

Gráfico 3.20 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Festuca rigescens*.

El gráfico 3.19 se observa que el CAU para el P es constante a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; mientras que en el caso del N y K, el CAU aumenta a medidas crecientes, en el gráfico 3.20 el CAU para el P es constante a medidas crecientes de Fertilizantes; mientras en el caso del N y K, el CAU aumenta a medidas crecientes de fertilizantes.

b. Grano lechoso *Festuca rigescens*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de isla aplicado, se representa en el gráfico 3.21

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.22

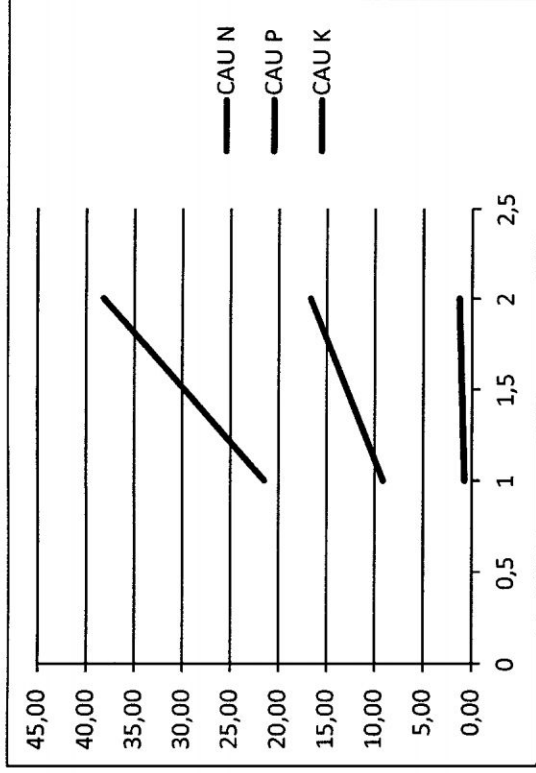


Gráfico 3.21 CAU del guano de isla, en *Festuca rigescens*

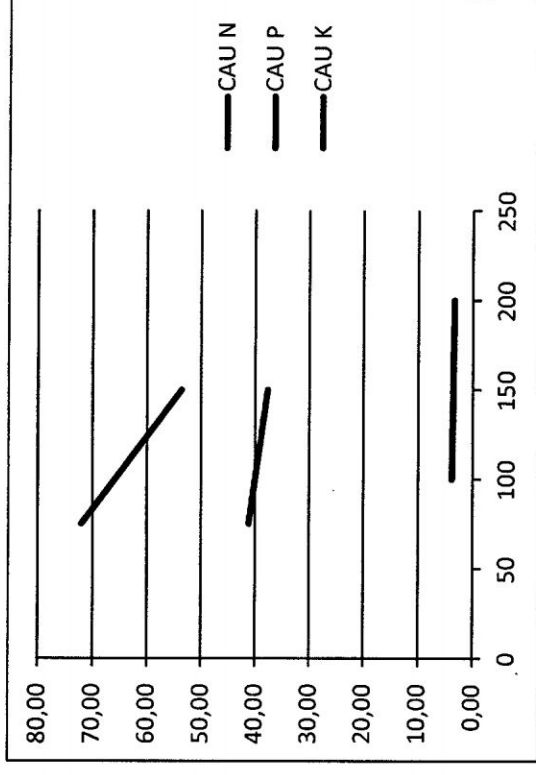


Gráfico 3.22 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Festuca rigescens*,

El gráfico 3.21 se observa que el CAU para el P es constante a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; mientras que en el N y K, el CAU aumenta a medidas crecientes; en el gráfico 3.22 se observa que el CAU para el P es constante a medidas crecientes de fertilizantes; en el caso del N y K, el CAU disminuye a medidas crecientes de fertilizante.

En los gráficos 3.19 (valores del CAU del Guano de isla) y gráfico 3.20 (valores del CAU del fertilizante sintético), correspondientes al inicio de espigado, se observa que, el CAU para el Fertilizante sintético es mayor con respecto al CAU del Guano de isla; esto debido a que los fertilizantes son más asimilables, por la concentración de nutrientes y mayor disponibilidad, principalmente en N y K, mientras que el Guano de isla de acuerdo a su naturaleza físico química posee una mineralización lenta. Así mismo, en el estado de grano lechoso se observa la misma tendencia (gráfico 3.21 y gráfico 3.22).

Los mayores valores del CAU, en los gráficos 3.21 y 3.22 debido al tiempo transcurrido desde el inicio de rebrote hasta la fase de Estado Lechoso de la semilla, que es de 93 días, en comparación con la fase de Inicio de espigado, que es de 59 días (Durand 2008), esto debido a que el pasto nativo permanece por más tiempo en el campo y de esta manera tener mayor asimilación de los nutrientes disponibles en el suelo, producto de la fertilización.

En los gráficos 3.19, 3.20 y 3.21 se observa que el CAU para el N, P y K aumenta a la incorporación de altas dosis de Fertilizante y Guano de Isla, esto debido a que el requerimiento nutricional del pasto no es compensado con niveles medios de fertilización, se observa que el pasto nativo aprovecha en un 100% la asimilación de nutrientes incorporada a niveles crecientes, es decir cumple sus necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo, a excepción de gráfico 3.22 el CAU para N, P y K disminuye a la aplicación de altas dosis de fertilizantes, lo cual

demonstraría que el requerimiento nutricional ve en forma creciente hasta la etapa de fructificación y a partir de esta la curva de consumo disminuye lo cual explicaría el porqué del descenso del CAU en el gráfico 3.22.

Los valores del CAU para el P son mínimas, debido a que este elemento se halla presente en los tejidos de las plantas y en los suelos en cantidades más pequeñas que el nitrógeno y el potasio y la tendencia de reaccionar con los componentes del suelo para formar compuestos relativamente insolubles, por lo tanto no utilizables por las plantas (Tisdale y Nelson 1979).

En el gráfico 3.22 el valor del nitrógeno disminuye al incremento de los fertilizantes sintéticos, esto a que el concepto de eficiencia del N puede variar de acuerdo a la perspectiva de producción, pero no debe priorizarse la alta eficiencia en detrimento de la productividad. Se conoce la ley de los rendimientos decrecientes que indica que al incrementar las dosis de N los incrementos de producción se van reduciendo, y por la eficiencia se va haciendo menor (Boareto, Muraoka y Trevelin 2007)

3.3.4 Especie *Muhlenbergia ligularis*

a. Inicio de espigado *Muhlenbergia ligularis*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de isla aplicado, se representa en el gráfico 3.23.

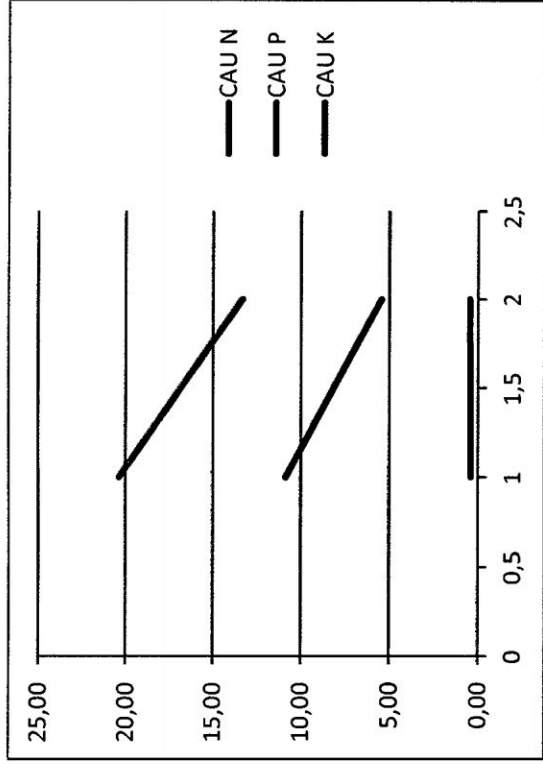


Gráfico 3.23 CAU del guano de isla, en *Muhlenbergia ligularis*

El gráfico 3.23 se observa que el CAU para el N, P y K disminuye a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; así mismo en el gráfico 3.24 se observa que el N, P y K, CAU disminuye a medidas crecientes de Fertilizantes.

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.24

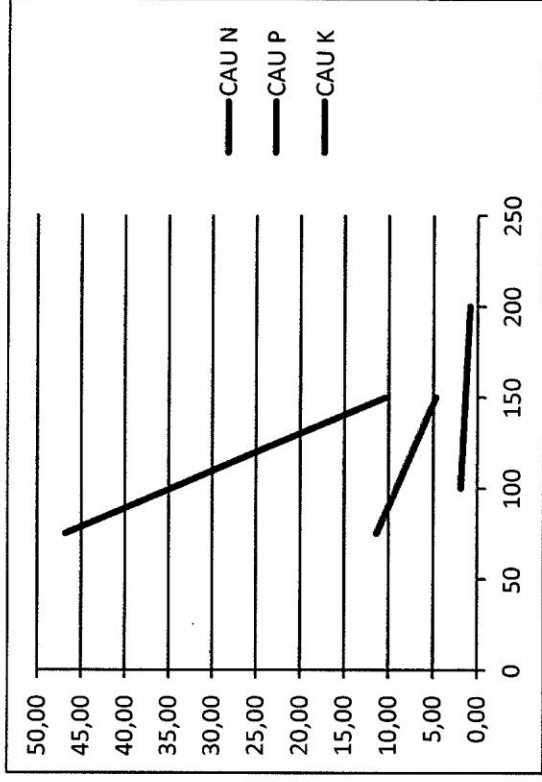


Gráfico 3.24 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Muhlenbergia ligularis*.

b. Grano lechoso *Muhlenbergia ligularis*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de isla aplicado, se representa en el gráfico 3.25

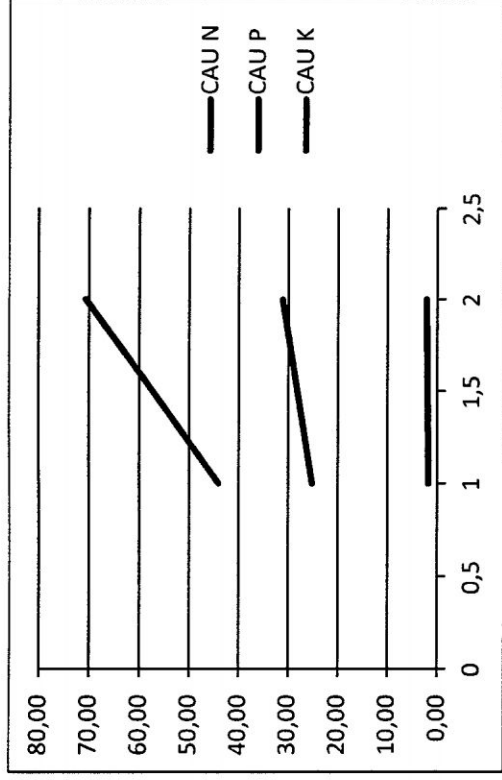


Gráfico 3.25 CAU del guano de isla, en *Muhlenbergia ligularis*

En el gráfico 3.25 se observa que el CAU para el N, P y K aumenta a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; así mismo en el gráfico 3.26 se observa que el CAU para el P disminuye a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla, mientras que el CAU para el N y K se mantiene constante, en caso del N, el CAU muestra un aumento a la incorporación de fertilizante.

La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.26

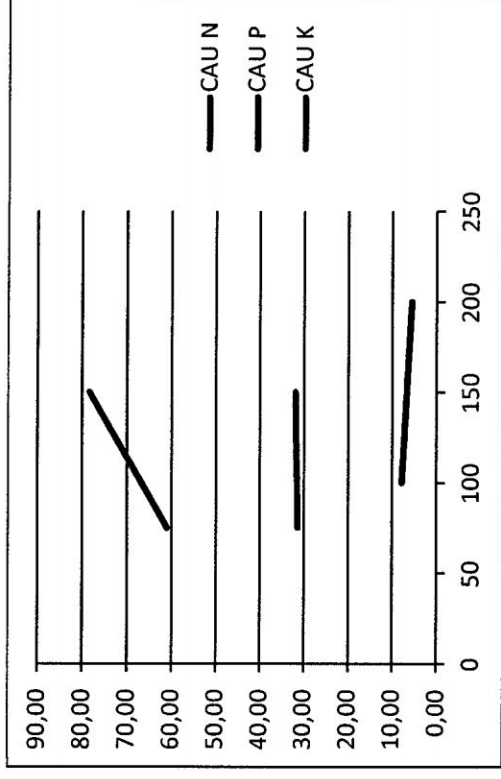


Gráfico 3.26 CAU del fertilizante nitrogenado, fosfórico y potásico por el *Muhlenbergia ligularis*

En los gráficos 3.23 (valores del CAU del Guano de isla) y gráfico 3.24 (valores del CAU del fertilizante sintético), correspondientes al inicio de espigado, se observa que, el CAU para el Fertilizante sintético es mayor con respecto al CAU del Guano de isla; esto debido a que los fertilizantes son más asimilables, por la concentración de nutrientes y mayor disponibilidad, principalmente en N y K, mientras que el Guano de isla de acuerdo a su naturaleza físico química posee una mineralización lenta. Así mismo, en el estado de grano lechoso se observa la misma tendencia (gráfico 3.25 y gráfico 3.26).

Los mayores valores del CAU, en los gráficos 3.25 y 3.26 debido al tiempo transcurrido desde el inicio de rebrote hasta la fase de Estado Lechoso de la semilla, que es de 79 días, en comparación con la fase de Inicio de espigado, que es de 61 días (Durand 2008), esto debido a que el pasto nativo permanece por más tiempo en el campo y de esta manera tener mayor asimilación de los nutrientes disponibles en el suelo, producto de la fertilización.

En los gráficos 3.23 y 3.24 se observa que el CAU para el N, P y K disminuye a la incorporación de altas dosis de Fertilizante y Guano de Isla, esto debido a que el requerimiento nutricional del pasto se encuentra satisfecho a niveles medios de fertilización, el pasto nativo aprovecha en un 100% la asimilación de nutrientes incorporada a niveles medios, debido al estado fenológico que se encuentra (Etapa vegetativa), cumpliendo con sus necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo, esto y a niveles medios de fertilización. En los gráficos 3.25 y

3.26 el CAU para el N muestra un ligero aumento a la incorporación creciente del fertilizante y guano de isla.

Se debe tener en cuenta que las diferentes especies de pastos difieren mucho en su habilidad para extraer nutrientes del suelo (INPOFOS 2003).

En los gráficos 3.23 y 3.24 los valores del nitrógeno disminuyen al incremento de las fuentes de abonamiento, esto a que el concepto de eficiencia del N puede variar de acuerdo a la perspectiva de producción, pero no debe priorizarse la alta eficiencia en detrimento de la productividad.

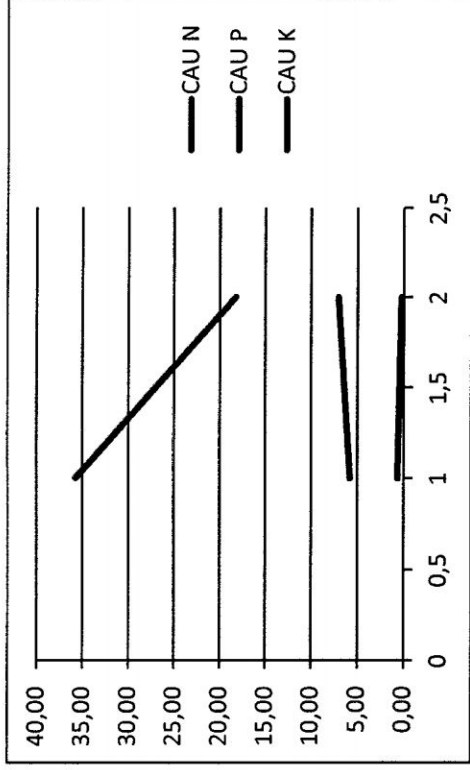
Se conoce la ley de los rendimientos decrecientes que indica que al incrementar las dosis de N los incrementos de producción se van reduciendo, y por la eficiencia se va haciendo menor (Boareto, Muraoka y Trevelin 2007)

Los valores del CAU para el K son mayores con respecto al N y P, además frente a la comparación de las fuentes de abonamiento son mayores del Guano de isla con respecto al fertilizante sintético, esto debido a que el K al contrario que el N y el P no es utilizado en la planta para la formación de compuestos o sustancias más o menos complicadas. Se encuentra normalmente disuelto en jugos celulares de la planta, en el mismo estado en que fue absorbido sin sufrir ninguna transformación. El K es absorbido por las plantas desde el agua del suelo en la que está disuelto, asimismo en el Guano de isla es más disponible (Ibáñez y Aguirre 1983).

3.3.5 Especie *Trifolium amabile*

a. Inicio de floración *Trifolium amabile*

La variación del CAU en función a la cantidad de Guano de isla aplicado, se representa en el gráfico 3.27.



La variación del CAU en función a los niveles de N, P y K aplicado, se representa en el gráfico 3.28

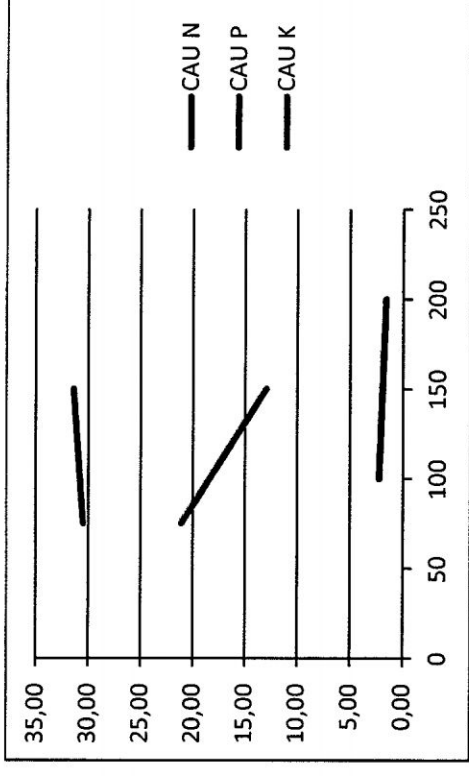


Gráfico 3.27 CAU del guano de isla, en *Trifolium amabile* y potásico por el *Trifolium amabile*

El gráfico 3.27 se observa que el CAU para K y P disminuyen a medida que se incorpora mayor cantidad de Guano de isla; en el caso del N, el CAU muestra un ligero aumento a medidas crecientes, en el gráfico 3.28 se observa que el CAU para el P y K disminuye a medidas crecientes del fertilizante, para el N el CAU, aumenta ligeramente a mayor cantidad de fertilizante.

Del gráfico 3.27 (valores del CAU del Guano de isla) y el gráfico 3.28 (valores del CAU del fertilizante sintético), se observa que, el CAU para el Fertilizante sintético es mayor con respecto al Guano de isla; esto debido a que los fertilizantes sintéticos son más asimilables, por la concentración de nutrientes y mayor disponibilidad. Sin embargo el Guano de isla de acuerdo a su naturaleza físico química posee una mineralización lenta. En esta especie solo se llegó a evaluar en una sola etapa fenológica debido a problemas climáticos, que producto de las heladas se secaron las muestras en estudio.

Los datos evaluados en los gráficos 3.27 y 3.28 pertenecen a un estado fenológico de Etapa Reproductiva, fase Inicio de floración, que es de 46 días (Durand 2008).

En los gráficos 3.27 y 3.88 se observa que el CAU para el P y K disminuye a la incorporación de altas dosis de Fertilizante y Guano de Isla, esto debido a que el requerimiento nutricional del pasto se encuentra satisfecho a niveles medios de fertilización, el pasto nativo aprovecha en un 100% la asimilación de nutrientes incorporada a niveles medios, es decir cumple sus necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo a esa etapa vegetativa, en el caso del N el CAU muestra un aumento, según (Ibáñez y Aguirre 1983) la curva de consumo del N va en forma creciente hasta etapa de fructificación.

Además debemos recalcar que las gramíneas, son más eficientes para extraer nutrientes que las leguminosas, por esta razón, en suelos muy

pobres aparece una cubierta vegetal de gramíneas en forma natural, con pocas o ninguna leguminosa (INPOFOS 2003).

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación permiten arribar a las conclusiones y recomendaciones siguientes.

4.1 Conclusiones

1. En las variables de productividad (altura de planta, número de macollos, largo y ancho de la hoja), todos los tratamientos (T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 y T13) poseen un mejor crecimiento con respecto al testigo (T1).
2. El rendimiento de MS obedece a los modelos polinomiales:

Poa perligulata

$$\hat{Y} = 216.992 + 31.7025X_1 + 53.311X_2 + 6.653X_1^2 + 3.162X_2^2 + 2.348X_1X_2$$

Festuca dolichophylla

$$\hat{Y} = 311.514 + 33.957X_1 + 57.939X_2 - 15.728X_1^2 + 14.544X_2^2 - 0.668X_1X_2$$

Festuca rigescens

$$\hat{Y} = 213.62 + 15.976X_1 + 35.970X_2 + 4.760X_1^2 - 9.987X_2^2 - 0.625X_1X_2$$

Muhlenbergia ligularis

$$\hat{Y} = 876.82 + 94.088X_1 + 247.10X_2 - 25.235X_1^2 + 50.551X_2^2 - 0.250X_1X_2$$

Trifolium amabile

$$\hat{Y} = 150.248 + 12.157X_1 + 33.978X_2 + 1.322X_1^2 - 1.2211X_2^2 + 1.356X_1X_2$$

3. El mayor rendimiento de MS se obtuvo con las dosis:

En *Poa periculata*, con la máxima fórmula de fertilización sintética (150-200-150) con el nivel alto de Guano de isla (2 t.ha⁻¹), obteniendo un rendimiento de 435.6 kg.ha⁻¹

En *Festuca dolichophylla*, con la máxima fórmula de fertilización sintética (150-200-150) con el nivel alto de Guano de isla (2 t.ha⁻¹), obteniendo un rendimiento de 502.4 kg.ha⁻¹

En *Festuca rigescens* se presenta con la fórmula de fertilización sintética (145-194-145 de NPK), en el nivel alto de Guano de isla (2 t.ha⁻¹) proporcionando un valor de 294.63 kg.ha⁻¹.

En *Muhlenbergia ligularis* muestra una mayor productividad de materia seca frente a los demás pastos nativos. Esta mayor producción se da con la fórmula alta de fertilización sintética (150-200-150 de NPK), y Guano de isla (2 t.ha⁻¹) llegando a un rendimiento de 1659 kg.ha⁻¹.

En *Trifolium amabile* con el nivel alto de fertilización sintética (150-200-150 de NPK), y Guano de isla (2 t.ha^{-1}), se obtuvo un rendimiento de $248.34 \text{ kg.ha}^{-1}$.

4. El rendimiento de MS a una cobertura de 80%, con el máximo nivel de abonamiento muestra un alto porcentaje de incremento con respecto al testigo: en *Poa perigulata*, el máxima rendimiento es de $2107.5 \text{ kg.ha}^{-1}$, y el testigo con 244.2 kg.ha^{-1} , el incremento respecto al testigo es de 863.04%. En *Festuca dolichophylla*, el máxima rendimiento es de $2777.3 \text{ kg.ha}^{-1}$, y el testigo con 319.1 kg.ha^{-1} , el incremento respecto al testigo es de 870.36%. En *Festuca rigescens* el máxima rendimiento es de $2389.1 \text{ kg.ha}^{-1}$, y el testigo con $386.77 \text{ kg.ha}^{-1}$, el incremento respecto al testigo es de 863.04%. En *Muhlenbergia ligularis* el máxima rendimiento es de $2307.8 \text{ kg.ha}^{-1}$, y el testigo con 290.8 kg.ha^{-1} , el incremento respecto al testigo es de 793.60%. En *Trifolium amabile* el máxima rendimiento es de 607.7 kg.ha^{-1} , y el testigo con 138.1 kg.ha^{-1} , el incremento respecto al testigo es de 440.07%.
5. En el Coeficiente Aparente de Uso del fertilizante (CAU) hasta el estado fenológico de grano lechoso, fue:
En *Poa perigulata* para el fertilizante sintético 38.82%, 3.26% y 32.35% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 26.90%, 1.15% y 88.49%, de N, P y K, respectivamente.

En *Festuca dolichophylla* para el fertilizante sintético 68.60%, 4.23% y 34.39% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 45.94%, 2.13% y 80.03% de N, P y K, respectivamente.

La *Festuca rigescens* para el fertilizante sintético 72.01%, 3.83% y 41.11% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 16.68%, 1.30% y 38.19% de N, P y K, respectivamente.

La *Muhlenbergia ligularis* para el fertilizante sintético 78.40%, 7.85% y 31.97% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 31.16%, 2.19% y 70.65% de N, P y K, respectivamente.

La *Trifolium amabile* para el fertilizante sintético 31.39%, 2.25% y 21.09% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 7.04%, 0.66% y 35.70% de N, P y K, respectivamente.

4.2 Recomendaciones

1. En vista de los interesantes efectos de mejoramiento de pastos con el abonamiento de N, P y K, se justifica la profundización de estas experiencias mediante: estudio a largo plazo, evaluación del efecto de la aplicación de N, P y K en asociaciones de pastos nativos para aumentar la calidad alimenticia.
2. Recomendar el uso del fertilización de 150-200-150 de NPK con 2.0 t.ha⁻¹ de Guano de isla en todos los pastos nativos que responden con buen rendimiento de materia seca con respecto al testigo 0-0-0 de NPK y 0 de Guano de isla.

3. Efectuar el monitoreo de la resiembra en varios años en vista de que estos pastos naturales muestran una etapa fenológica de hibernación en los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre, y la etapa vegetativa que inicia en los meses de diciembre y enero.
4. Esta metodología debe aplicarse donde exista la posibilidad de riego durante el establecimiento del pasto después del trasplante de esquejes, también en los meses donde hay lluvias.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia de la fertilización sintética y orgánica, en el rendimiento de cinco especies de pastos naturales y determinar el Coeficiente Aparente de Uso de los nutrientes de estos abonos, se condujo el presente experimento en la comunidad de Ccarhuaccpampa, específicamente en la localidad de Huillcani a 4000 msnm. Se emplearon como fuentes de nutrientes, fertilizantes sintéticos (Nitrato de Amonio, Superfosfato Triple de Calcio y Sulfato de Potasio) y como fuente orgánica el Guano de isla, dispuestos en 13 tratamientos de acuerdo al Diseño 03 de Julio, con 3 repeticiones cada uno haciendo un total de 39 unidades experimentales. Los pastos nativos fueron: en gramíneas *Poa perligulata*, *Festuca dolichophylla*, *Festuca rigescens*, *Muhlenbergia ligularis* y la leguminosa *Trifolium amabile*. En base a los resultados se llegó a las siguientes conclusiones: en las cinco especies de pastos naturales se obtuvo un mayor rendimiento de materia seca con los máximos niveles de abonamiento con respecto a los demás tratamientos y más aún con el testigo que no recibió ninguna fuente de abonamiento; en caso de la determinación del CAU se tiene los siguientes resultados para las cinco especies de pastos estudiados: La *Poa perligulata* para el fertilizante sintético 38.82%, 3.26% y 32.35% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 26.90%, 1.15% y 88.49% de N, P y K, respectivamente, en *Festuca dolichophylla* para el fertilizante sintético 68.60%, 4.23% y 34.39% de N, P y K, respectivamente y para el

Guano de isla 45.94%, 2.13% y 80.03% de N, P y K, en *Festuca rigescens* para el fertilizante sintético 72.01%, 3.83% y 41.11% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 16.68%, 1.30% y 38.19% de N, P y K, en *Muhlenbergia ligularis* para el fertilizante sintético 78.40%, 7.85% y 31.97% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 31.16%, 2.19% y 70.65% de N, P y K y en *Trifolium amabile* para el fertilizante sintético 31.39%, 2.25% y 21.09% de N, P y K, respectivamente y para el Guano de isla 7.04%, 0.66% y 35.70% de N, P y K.

BIBLIOGRAFIA

BOARETO, A.; MURAOKA, T.; TREVELIN, P. 2007. Uso Eficiente del Nitrógeno de los Fertilizantes Convencionales. Informaciones agronómicas 120:13-14

[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/EF0539C4F335C93405257402006BEB4/\\$file/Uso+Eficiente+del+Nitr%C3%B3geno+de+los+Fertilizantes+Convencionales.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/EF0539C4F335C93405257402006BEB4/$file/Uso+Eficiente+del+Nitr%C3%B3geno+de+los+Fertilizantes+Convencionales.pdf) (acceso 05-05-2012).

CIAMPITTI, I.; GARCIA, F. 2008. Balance y Eficiencia de Uso de los Nutrientes en Sistemas Agrícolas, IPNI, Buenos Aires – argentina.

[http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/\\$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05). (acceso 05-05-2012).

COOKE, G. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. Compañía editorial Continental SA. Segunda edición. México D. F.

DOMINGUEZ, A. 1984. Tratado de fertilización. Editorial Mundi Prensa. Madrid España. 7ma. Edición.

DURAND, F. 2008. Evaluación fenológica de diez especies de pastos naturales en la praderas nativas altoandinas de la comunidad de Ccarhuaccpampa-Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho-Perú.

DURANT, A.; FARFAN, R. 1998. Manejo y Técnicas de Evaluación de

Pastizales Altoandinos. Estación Experimental Maraganí-La Raya. Sicuani-Cusco.

ESPINOSA, J. 2009. Uso eficiente de Nutrientes, IPNI.

<http://es.scribd.com/doc/96217809/Uso-Eficiente-de-Nutrientes> (acceso 20-06-2012)

FAO, 1999. Guía para el Manejo Eficiente de la Nutrición de las Plantas, DIRECCIÓN DE FOMENTO DE TIERRAS Y AGUAS, Roma – Italia.

<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/gepnms.pdf> (acceso 15-07-2012)

FAO e IFA, 2002. Los fertilizantes y su Uso. Cuarta edición, revisada, Roma.

<http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf> (acceso 15-07-2012)

FLOREZ, A. 1993. Producción y Utilización de los Pastizales Altoandinos del Perú. Quito-Ecuador.

FLOREZ, A.; MALPARTIDA, E. 1987. Manejo de Praderas Nativas y Pasturas en la Región Altoandina del Perú. Fondo del Libro del Banco Agrario. Lima-Perú.

GARCIA, J. 2008. Uso eficiente de Nutrientes, Programa de Manejo de Suelos y Nutrición de Fenalce. http://www.fenalce.org/arch_public/garcia.pdf (acceso 15-08-2012).

GONZALES, W. 2002. Manejo de Pasturas y Pastizales. Editorial Andy C.

García León. Lima – Perú.

HORBER, F. 1984. Experiencias en la Fertilización del Pasto Nativo Alto Andino. Cooperación técnica del gobierno suizo. Ediciones GRÁFICA BELLIDO. Lima – Perú.

IBÁÑEZ, R.; AGUIRRE, G. 1983. Fertilidad de Suelos: Manual de Prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, UNSCH, Ayacucho. 135 p.

INFOFOS 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Quito – Ecuador.

INFOFOS 2003. Manual de nutrición y Fertilización de Pastos. Quito – Ecuador.

IVITA 1998. Generación de tecnología para el desarrollo sostenible del sector de los camélidos andinos. Convenio IVITA-Fondo Contravalor Perú/Suiza. Informes técnicos.

UNALM 1968. Estudio económico del Uso de Fertilizantes Nitrogenados en pastos Sudan (*Sorghum sudanense* (Piper) Staff). Programa de forrajes. Lima – Perú.

MAMANI, G. 2001. Zonificación Ecológica para el Mejoramiento de Praderas Naturales de la Microcuenca Río Negro, Ancash. Tesis Mg.Sc. Producción Animal, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.

MELGAR, R. 1997. La fertilización de Cultivos y Pasturas. Buenos Aires – Argetina.

MELGAR, R. 2008. La fertilización de Cultivos y Pasturas. Buenos Aires – Argetina.

MORON, A. 2009. Uso eficiente de fertilizantes y respuesta productiva de pasturas para una ganadería intensiva, INIA la Estanzuela.

http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/actividades/documentos/amoron.pdf (acceso 15-08-2012).

MOSTACERO, J.; MEJIA, F.; GAMARRA, O. 2002. Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú. Editora Norma Legales. Concytec. Trujillo, Perú. 996 p.

RUIZ, C.; TAPIA, M. 1987. Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú. Proyecto de Investigación de sistemas agropecuarios andinos (PISA). Convenio INIPA-CIID. Lima-Perú.

SOTOMAYOR, M.; MIRANDA, F.; OSCANOA, L. 1994. Mejoramiento y Manejo de Ahijaderos en Puna Seca *Trifolium repens*, *Fetuca dolichophylla*. Compendio Tecnológico, INIA, Lima - Perú, Manual N° 10-94.

STEWART, W. 2008. Consideraciones en el uso eficiente de nutriente, IPNI

[http://nla.ipni.net/ipniweb/regions/la/regionalPortalNLA.nsf/4d69fbe2e4abc746852574ce005c0150/ea09bf618aa4092d0525773e005702a3/\\$FILE/Consider](http://nla.ipni.net/ipniweb/regions/la/regionalPortalNLA.nsf/4d69fbe2e4abc746852574ce005c0150/ea09bf618aa4092d0525773e005702a3/$FILE/Consider)

[aciones%20en%20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf](#) (acceso 15-08-2012).

TERRONES, J. 1999. Tecnologías para la Producción de Semillas Forrajeras en la Zona Andina del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA, Lima. 70 p.

TINEO, A. 2006. Superficies de Respuesta: El Diseño 03 de Julio. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, UNSCH, Ayacucho. 81 p.

TISDALE, S; NELSON, W. 1979. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editorial Montaner y Simón S.A. Barcelona, España.

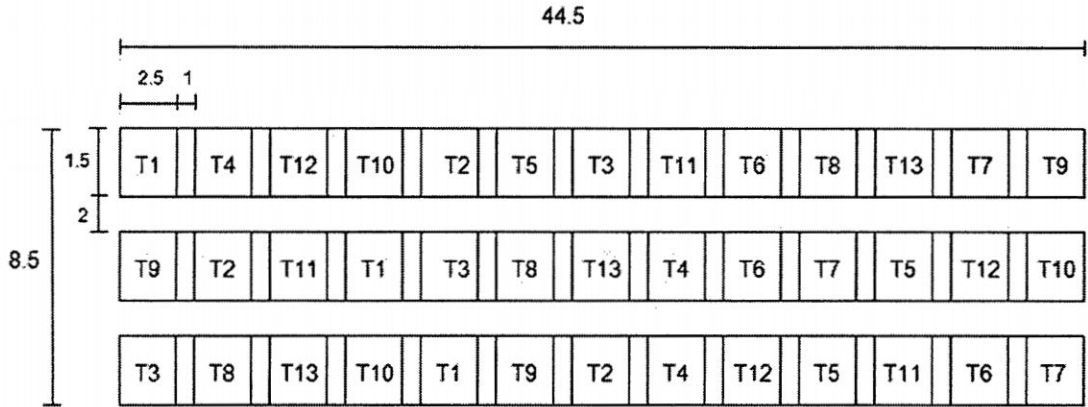
TOVAR, O. 1960. Revisión de las Especies Peruanas del género *Calamagrostis* (Gramineae). Memorias del Mus. Hist. Nat. "J Prado" 11:1-91. Lima.

1993. Las Gramíneas (Poáceas) del Perú. RUIZIA, t. 13. Monografía. Real Jardín Botánico, 482 pp. Madrid.

TOVAR, O.; OSCANOVA, L. 2002. Guía para la Identificación de Pastos Naturales Altoandinos de Mayor Importancia Ganadera. Instituto de Montaña. Primera edición. Huaraz-Perú.

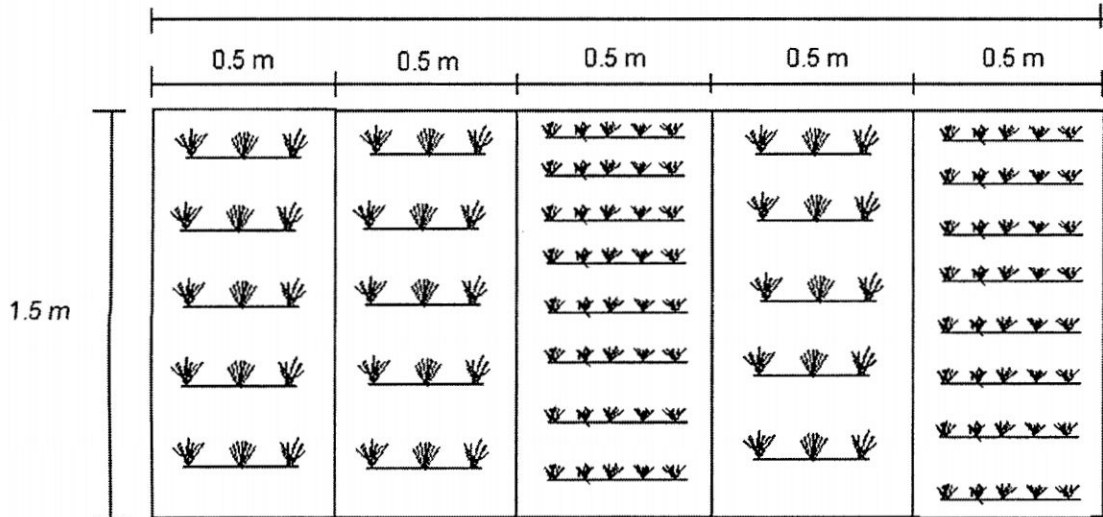
ANEXO

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL CON LA DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS

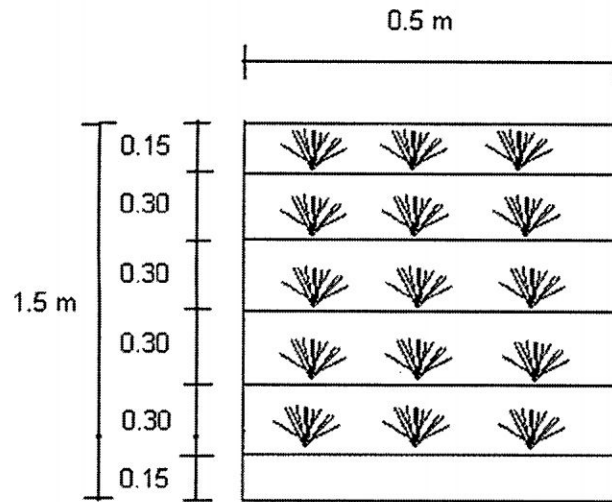


UNIDAD EXPERIMENTAL

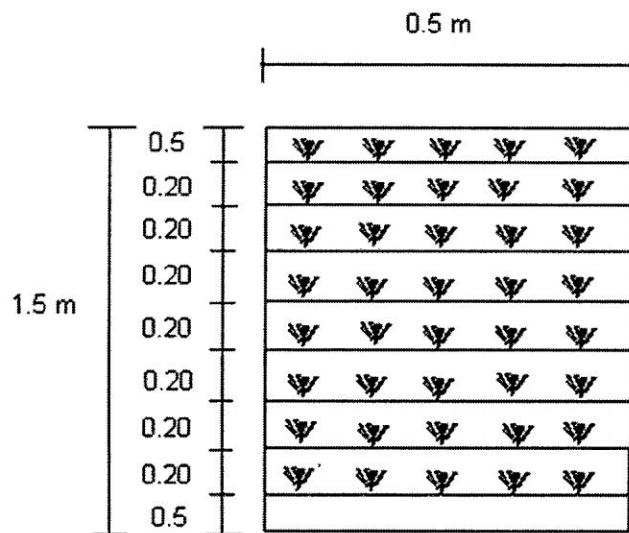
2.5 m



TRANSPLANTE PARA LAS ESPECIES DE PORTE ALTO



TRANSPLANTE PARA LAS ESPECIES DE PORTE BAJO



**Cuadro Anexo N° 1. RENDIMIENTO DE MS DE LAS CINCO ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS
ALTOANDINAS.**

Cuadro 1.1. Resultado de rendimiento de MS en kg.ha⁻¹ en *Poa perigrulata*

TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
G.lsla	0	2	0	2	0	0.5	1.5	2	1	1	1	1	1
NIVELES	N	0	150	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
	P	0	200	200	100	100	100	100	0	50	150	200	100
	K	0	0	150	150	75	75	75	0	38	113	150	75
REPT.	1	40.71	142.51	292.91	431.5	175.39	232.84	190.46	262.71	243.39	108.08	250.27	158.94
	2	61.47	191.47	299.88	511.3	165.68	186.2	315.82	366.72	183.9	145.55	200.58	242.89
	3	52.12	181.12	321.91	445.39	250.15	253.57	250.1	321.96	208.19	114.68	277.34	249.38
TOTAL	154.3	515.1	914.7	1388.2	591.22	672.61	756.38	951.39	635.48	368.31	728.19	901.2	651.21
PROMEDIO	51.43	171.70	304.90	462.73	197.07	224.20	252.13	317.13	211.83	122.77	242.73	300.40	217.07

Cuadro 1.2. Resultado de rendimiento de MS en kg.ha⁻¹ en *Festuca dolichophylla*

TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
G.Isla	0	2	0	2	0	0.5	1.5	2	1	1	1	1	1
NIVELES	N	0	0	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
	P	0	0	200	100	100	100	100	0	50	150	200	100
	K	0	0	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
REPET.	1	132.23	290.42	321.22	520.3	144.8	347.97	309.63	208.39	325.36	430.23	487.39	305.08
	2	99.17	281.77	385.13	500.31	225.05	303.72	309.48	235.39	353.84	376.79	488.62	312.9
	3	87.29	309.6	316.45	533.18	165.74	279.72	199.05	188.53	343.4	407.48	443.89	352.82
TOTAL	318.69	881.79	1022.8	1553.8	535.59	931.41	641.9	910.59	632.31	1022.6	1214.5	1419.9	970.8
PROMEDIO	106.23	293.93	340.93	517.93	178.53	310.47	213.97	303.53	210.77	340.87	404.83	473.30	323.60

Cuadro 1.3. Resultado de rendimiento de MS en kg.ha⁻¹ en *Festuca rigescens*

TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
G.Isla	0	2	0	2	0	0.5	1.5	2	1	1	1	1	1
NIVELES	N	0	0	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
	P	0	0	200	100	100	100	100	0	50	150	200	100
	K	0	0	150	150	75	75	75	0	38	113	150	75
REPET.	1	79.06	141.74	242.09	280.74	166.95	237.22	277.45	81.75	176.89	181.3	218.85	190.25
	2	72.96	154.45	217.49	272.54	204.36	230.59	271.33	114.17	170.61	243.15	281.17	222.25
	3	95.78	162.81	237.32	324.81	222.78	234.22	229.47	268.12	129.37	217.34	275.57	226.41
TOTAL	247.8	459	696.9	878.09	594.09	681.51	697.28	816.9	325.29	473.11	641.79	775.59	638.91
PROMEDIO	82.60	153.00	232.30	292.70	198.03	227.17	232.43	272.30	108.43	157.70	213.93	258.53	212.97

Cuadro 1.4. Resultado de rendimiento de MS en kg.ha⁻¹ en *Muhlenbergia ligularis*

TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
G.Isla	0	2	0	2	0	0.5	1.5	2	1	1	1	1	1
N	0	0	150	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
P	0	0	200	200	100	100	100	100	0	50	150	200	100
K	0	0	150	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
1	345.05	926.26	1279.3	1428.1	877.27	801.73	1336.7	446.64	408.32	445.7	1306.7	1494.7	765.65
2	269.74	971.11	979.34	1822.5	499.89	921.2	1187.2	433.12	383.78	406.54	1133.2	1629.5	921.6
3	313.7	985.33	1034.8	1985.4	873.44	963.57	1314.9	567.14	342.8	531.07	1417.3	1692.5	728.05
TOTAL	928.49	2882.7	3293.4	5235.9	2250.6	2686.5	3838.8	1446.9	1134.9	1383.3	3857.1	4816.8	2415.3
PROMEDIO	309.50	960.90	1097.8	1745.3	750.20	895.50	1279.6	482.30	378.30	461.10	1285.70	1605.59	805.10

Cuadro 1.5. Resultado de rendimiento de MS en kg.ha⁻¹ en *Trifolium amabile*

TRAT	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
G.Isla	0	2	0	2	0	0.5	1.5	2	1	1	1	1	1
N	0	0	150	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
P	0	0	200	200	100	100	100	100	0	50	150	200	100
K	0	0	150	150	75	75	75	75	0	38	113	150	75
1	68.39	58.06	173.23	227.34	109.55	143.41	147.78	168.38	86.48	97.5	190.01	190.35	108.94
2	56.92	120.3	167.24	247.05	163.2	155.39	182.27	203.78	102.08	112.5	180.01	218.35	91.21
3	43.59	115.93	212.73	269.01	137.05	178.2	180.26	179.55	93.14	110.71	238.09	221	118.14
TOTAL	168.9	294.29	553.2	743.4	409.8	477	510.31	551.71	281.7	320.71	608.11	629.7	318.29
PROMEDIO	56.30	98.10	184.40	247.80	136.60	159.00	170.10	183.90	93.90	106.90	202.70	209.90	106.10

**Cuadro Anexo N° 2. RENDIMIENTO DE MS DE LOS PASTOS
NATURALES A UNA COBERTURA DE 80%**

En los cuadros siguientes se observa el rendimiento de los pastos naturales a una cobertura de 80%, y el incremento con respecto al testigo con sus respectivos porcentajes los cuales fueron determinados por regla de tres simple.

Especie *Poa perligulata*

Trat.	Rdt. MS Kg.ha⁻¹	Incremento	%
T1	244.2		
T2	815.4	571.2	333.90
T3	1448.0	1203.8	592.94
T4	2107.5	1863.3	863.04
T5	935.9	691.7	383.24
T6	1064.7	820.5	436.00
T7	1075.6	831.4	440.45
T8	1509.9	1265.7	618.29
T9	1006.0	761.8	411.94
T10	583.0	338.8	238.75
T11	1152.7	908.5	472.04
T12	1426.6	1182.4	584.19
T13	1030.8	786.6	422.13

Especie *Festuca dolichophylla*

Trat.	Rdt. MS Kg.ha⁻¹	Incremento	%
T1	319.1		
T2	1395.8	1076.7	437.43
T3	1619.1	1300.0	507.38
T4	2777.3	2458.2	870.36
T5	847.8	528.7	265.69
T6	1474.4	1155.3	462.05
T7	1016.1	697.0	318.44
T8	1441.5	1122.4	451.72
T9	1000.9	681.8	313.68
T10	1618.8	1299.7	507.30
T11	1922.5	1603.4	602.48
T12	2247.7	1928.6	704.38
T13	1536.8	1217.7	481.59

Especie *Festuca rigescens*

Trat.	Rdto. MS Kg.ha	Incremento	%
T1	617.7		
T2	1567.2	949.5	253.72
T3	1896.1	1278.4	306.96
T4	2389.1	1771.4	386.77
T5	1692.0	1074.3	273.92
T6	1803.8	1186.1	292.03
T7	1811.9	1194.2	293.33
T8	2222.5	1604.8	359.80
T9	885.0	267.3	143.27
T10	1287.2	669.5	208.38
T11	1746.1	1128.4	282.68
T12	2110.1	1492.4	341.61
T13	1738.3	1120.6	281.41

Especie *Muhlenbergia ligularis*

Trat.	Rdto. MS Kg.ha	Incremento	%
T1	290.8		
T2	1270.6	979.8	436.93
T3	1451.6	1160.8	499.18
T4	2307.8	2017.0	793.60
T5	992.0	701.2	341.12
T6	1184.1	893.3	407.19
T7	1692.0	1401.2	581.85
T8	637.7	346.9	219.31
T9	500.2	209.4	172.02
T10	609.7	318.9	209.67
T11	1700.1	1409.3	584.62
T12	1775.5	1484.7	610.55
T13	1064.9	774.1	366.21

Especie *Trifolium amabile*

Trat.	Rdto. MS Kg.ha	Incremento	%
T1	138.1		
T2	240.6	102.5	174.21
T3	452.3	314.2	327.48
T4	607.7	469.6	440.07
T5	335.0	196.9	242.59
T6	390.0	251.9	282.37
T7	417.2	279.1	302.09
T8	451.0	312.9	326.60
T9	230.3	92.2	166.76
T10	262.2	124.1	189.84
T11	497.1	359.0	359.98
T12	514.8	376.7	372.76
T13	260.2	122.1	188.42

Cuadro Anexo N° 3.

Se muestra los resultados de rendimiento de materia seca, y el contenido de N, P y K en el tejido vegetal, con los que se determinaron el CAU correspondiente para: el Guano de isla y los fertilizantes sintéticos en las cinco especies forrajeras nativas altoandinas en dos estados fenológicos: inicio de espigado y grano lechoso.

Cuadro 3.1. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Poa perligulata* en estado fenológico de Inicio de espigado.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU	CAU	CAU
				kg	kg	kg	N	P	K
				EN LA PLANTA			(%)	(%)	(%)
1	-2	-2	100.68	2.34	0.31	2.28			
2	2	-2	228.6	6.65	0.66	4.82	18.73	1.12	53.62
3	-2	2	151.37	5.39	0.50	3.48	16.96	0.78	6.70
4	2	2	154.8	4.46	0.42	3.14	5.17	0.21	3.81
5	-2	0	173.36	5.10	0.55	4.11	30.68	2.02	20.37
8	2	0	108.35	3.79	0.33	2.70	4.55	0.03	3.07
9	0	-2	210.11	4.58	0.50	3.68	19.48	1.22	58.99
12	0	2	214.68	7.08	0.67	4.42	16.09	0.89	10.54
13	0	0	132.9	3.68	0.33	2.66	6.56	0.07	3.36

Cuadro 3.2. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Poa perligulata* en estado fenológico de Grano lechoso.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU N (%)	CAU P (%)	CAU K (%)
				kg	kg	kg			
				EN LA PLANTA					
1	-2	-2	51.43	0.92	0.08	0.71			
2	2	-2	211.83	7.12	0.44	3.33	26.90	1.15	54.94
3	-2	2	304.90	8.05	0.79	5.37	39.60	2.96	25.84
4	2	2	462.73	13.10	1.20	9.02	29.67	2.18	36.52
5	-2	0	197.07	4.41	0.47	3.63	38.82	3.26	32.35
8	2	0	317.13	10.31	0.76	5.74	29.30	1.56	36.54
9	0	-2	211.83	3.75	0.23	2.82	24.56	0.96	88.49
12	0	2	300.40	7.15	0.63	5.14	21.10	1.38	21.70
13	0	0	217.07	5.01	0.54	3.26	19.95	1.66	22.34

Cuadro 3.3. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Festuca dolichophylla* en estado fenológico de Inicio de espigado.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU N (%)	CAU P (%)	CAU K (%)
				kg	kg	kg			
				EN LA PLANTA					
1	-2	-2	54.78	0.66	0.07	0.54			
2	2	-2	125.87	1.98	0.16	1.23	11.45	0.59	29.09
3	-2	2	87.4	1.56	0.14	1.02	10.08	0.57	5.34
4	2	2	180.73	3.54	0.29	2.22	14.06	0.79	14.77
5	-2	0	122.71	2.44	0.22	1.58	39.66	2.49	23.13
8	2	0	136.47	2.25	0.22	1.72	9.95	0.68	17.12
9	0	-2	103.2	1.44	0.12	1.03	13.67	0.67	41.22
12	0	2	233.84	3.79	0.40	2.88	21.21	1.64	22.91
13	0	0	80.67	1.08	0.10	1.60	4.13	0.18	18.55

Cuadro 3.4. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Festuca dolichophylla* en estado fenológico de Grano lechoso.

Trat	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU	CAU	CAU
				kg	kg	kg	N	P	K
				EN LA PLANTA			(%)	(%)	(%)
1	-2	-2	106.23	1.19	0.11	1.03			
2	2	-2	293.93	3.53	0.26	2.41	20.3	1.0	58.1
3	-2	2	340.93	7.36	0.61	4.13	68.60	4.23	34.39
4	2	2	517.93	7.25	0.93	6.16	29.54	2.98	45.12
5	-2	0	178.53	3.89	0.32	1.96	60.05	3.59	20.74
8	2	0	303.53	5.28	0.42	2.94	25.54	1.47	27.83
9	0	-2	210.77	3.84	0.27	1.98	45.94	2.13	80.03
12	0	2	473.30	9.42	0.76	4.69	55.75	3.28	35.88
13	0	0	323.60	5.89	0.45	3.53	45.81	2.50	43.90

Cuadro 3.5. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Festuca rigescens* en estado fenológico de Inicio de espigado.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU	CAU	CAU
				kg	kg	kg	N	P	K
				EN LA PLANTA			(%)	(%)	(%)
1	-2	-2	60.98	1.30	0.12	0.81			
2	2	-2	100.51	2.45	0.19	1.35	14.94	0.66	33.83
3	-2	2	166.12	4.40	0.40	2.67	51.62	3.46	31.06
4	2	2	244.33	6.91	0.61	3.52	41.01	2.65	35.70
5	-2	0	98.92	2.63	0.21	1.28	44.21	2.14	15.50
8	2	0	85.62	2.12	0.17	1.18	7.66	0.34	8.08
9	0	-2	77.23	1.67	0.15	1.00	9.46	0.62	23.39
12	0	2	110.99	3.11	0.27	1.60	18.32	1.09	11.59
13	0	0	163.07	4.17	0.34	2.38	41.95	2.39	41.40

Cuadro 3.6. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Festuca rigescens* en estado fenológico de Grano lechoso.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU	CAU	CAU
				kg	kg	kg	N	P	K
				EN LA PLANTA			(%)	(%)	(%)
1	-2	-2	82.60	1.50	0.12	0.93			
2	2	-2	153.00	2.78	0.26	1.53	16.68	1.30	38.19
3	-2	2	232.43	4.72	0.40	3.18	53.58	3.39	37.65
4	2	2	292.70	6.41	0.41	3.37	35.87	1.55	32.19
5	-2	0	198.03	3.66	0.28	2.16	72.01	3.83	41.11
8	2	0	272.30	5.12	0.41	3.08	33.86	1.97	46.94
9	0	-2	108.43	1.85	0.16	1.10	9.14	0.74	21.47
12	0	2	258.53	5.35	0.41	3.18	39.11	2.19	33.20
13	0	0	212.97	4.92	0.38	2.56	49.95	2.81	43.00

Cuadro 3.7. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Muhlenbergia ligularis* en estado fenológico de Inicio de espigado.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU	CAU	CAU
				kg	kg	kg	N	P	K
				EN LA PLANTA			(%)	(%)	(%)
1	-2	-2	98.55	1.93	0.27	1.11			
2	2	-2	191.79	3.61	0.46	1.96	5.45	0.46	13.30
3	-2	2	186.93	4.43	0.54	2.24	10.41	0.86	4.71
4	2	2	435.82	11.11	0.92	5.27	16.78	0.88	13.71
5	-2	0	297.25	7.55	0.86	3.83	46.82	1.86	11.34
8	2	0	176.62	3.69	0.41	1.87	4.12	0.24	4.14
9	0	-2	165.94	3.60	0.35	1.76	10.87	0.39	20.37
12	0	2	505.87	13.41	1.62	6.63	29.15	2.55	20.29
13	0	0	282.71	6.50	0.71	3.17	16.71	1.19	13.53

Cuadro 3.8. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Muhlenbergia ligularis* en estado fenológico de Grano lechoso.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU N (%)	CAU P (%)	CAU K (%)
				kg	kg	kg			
				EN LA PLANTA					
1	-2	-2	309.50	4.46	0.62	2.54			
2	2	-2	960.90	14.03	1.54	7.01	31.16	2.19	70.65
3	-2	2	1097.80	23.27	2.42	10.21	78.40	5.61	31.97
4	2	2	1745.30	36.48	3.84	17.28	58.52	4.36	48.59
5	-2	0	750.20	11.78	1.88	6.30	61.01	7.85	31.36
8	2	0	782.30	13.30	1.41	6.73	20.70	1.36	22.85
9	0	-2	578.30	8.33	0.98	3.93	25.20	1.74	44.02
12	0	2	1605.50	30.18	3.37	16.38	65.36	5.20	50.94
13	0	0	805.10	14.89	1.45	7.25	38.15	2.25	31.04

Cuadro 3.9. CAU del Guano de isla y de los fertilizantes sintéticos, en *Trifolium amabile* en estado fenológico de Inicio de floración.

Trat.	X1	X2	Rdt. MS	N	P	K	CAU N (%)	CAU P (%)	CAU K (%)
				kg	kg	kg			
				EN LA PLANTA					
1	-2	-2	56.30	2.00	0.16	0.92			
2	2	-2	98.10	3.36	0.23	1.64	7.04	0.26	18.20
3	-2	2	184.40	6.71	0.48	2.86	31.39	1.61	12.94
4	2	2	247.80	8.67	0.74	5.23	19.50	1.27	22.74
5	-2	0	136.60	4.29	0.38	2.50	30.47	2.25	21.09
8	2	0	183.90	6.80	0.39	3.71	17.98	0.63	24.41
9	0	-2	93.90	3.00	0.24	1.62	5.80	0.66	35.70
12	0	2	209.90	7.77	0.34	4.79	23.42	0.54	22.78
13	0	0	106.10	3.60	0.33	1.99	9.31	0.74	11.36

Cuadro Anexo N° 4. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Cuadro 4.1. TRATAMIENTO T1

Para las cinco especies de pastos naturales

Superficie : 1 hectárea

Campaña : 2011

ACTIVIDADES	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	COSTO TOTAL
I. GASTOS DE CULTIVO				560
1. PREPARACIÓN DE TERRENO				160
Demarcación del terreno	Jornal	4	20	80
limpieza del terreno	Jornal	4	20	80
2. TRANSPLANTE				320
Extracción de esquejes	Jornal	2	20	40
Selección de esquejes	Jornal	2	20	40
Transplante	Jornal	12	20	240
3. LABORES CULTURALES				80
Deshierbo	Jornal	2	20	40
Apertura de surcos	Jornal	0	20	0
Abonamiento	Jornal	0	20	0
Poda de esquejes	Jornal	2	20	40
4. INSUMOS				0
Guano de isla	Saco	0	50	0
Nitrato de amonio	Saco	0	85	0
Superfosfato triple de calcio	Saco	0	95	0
Sulfato de potasio	Saco	0	105	0
5. TRANSPORTE				0
Fertilizantes	Saco	0	0	0
II. IMPREVISTOS 5%				28
COSTO TOTAL				588

Cuadro 4.2. TRATAMIENTO T4**Para las cinco especies de pastos naturales****Superficie : 1 hectárea****Campaña : 2011**

ACTIVIDADES	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	COSTO TOTAL
I. GASTOS DE CULTIVO				3956
1. PREPARACIÓN DE TERRENO				160
Demarcación del terreno	Jornal	4	20	80
limpieza del terreno	Jornal	4	20	80
2. TRANSPLANTE				320
Extracción de esquejes	Jornal	2	20	40
Selección de esquejes	Jornal	2	20	40
Transplante	Jornal	12	20	240
3. LABORES CULTURALES				200
Deshierbo	Jornal	2	20	40
Apertura de surcos	Jornal	4	20	80
Abonamiento	Jornal	2	20	40
Poda de esquejes	Jornal	2	20	40
4. INSUMOS				3120
Guano de isla	Saco	40	50	2000
Nitrato de amonio	Saco	5	85	425
Superfosfato triple de calcio	Saco	4	95	380
Sulfato de potasio	Saco	3	105	315
5. TRANSPORTE				156
Fertilizantes	Saco	52	3	156
II. IMPREVISTOS 5%				197.8
COSTO TOTAL				4153.8

Cuadro 4.3. TRATAMIENTO T8

Para las cinco especies de pastos naturales

Superficie : 1 hectárea

Campaña : 2011

ACTIVIDADES	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	COSTO TOTAL
I. GASTOS DE CULTIVO				3388
1. PREPARACIÓN DE TERRENO				160
Demarcación del terreno	Jornal	4	20	80
limpieza del terreno	Jornal	4	20	80
2. TRANSPLANTE				320
Extracción de esquejes	Jornal	2	20	40
Selección de esquejes	Jornal	2	20	40
Transplante	Jornal	12	20	240
3. LABORES CULTURALES				200
Deshierbo	Jornal	2	20	40
Apertura de surcos	Jornal	4	20	80
Abonamiento	Jornal	2	20	40
Poda de esquejes	Jornal	2	20	40
4. INSUMOS				2570
Guano de isla	Saco	40	50	2000
Nitrato de amonio	Saco	2	85	170
Superfosfato triple de calcio	Saco	2	95	190
Sulfato de potasio	Saco	2	105	210
5. TRANSPORTE				138
Fertilizantes	Saco	46	3	138
II. IMPREVISTOS 5%				169.4
COSTO TOTAL				3557.4

Cuadro 4.4. TRATAMIENTO T12**Para las cinco especies de pastos naturales****Superficie : 1 hectárea****Campaña : 2011**

ACTIVIDADES	UNID.	CANT.	PRECIO UNIT.	COSTO TOTAL
I. GASTOS DE CULTIVO				2896
1. PREPARACIÓN DE TERRENO				160
Demarcación del terreno	Jornal	4	20	80
limpieza del terreno	Jornal	4	20	80
2. TRANSPLANTE				320
Extracción de esquejes	Jornal	2	20	40
Selección de esquejes	Jornal	2	20	40
Transplante	Jornal	12	20	240
3. LABORES CULTURALES				200
Deshierbo	Jornal	2	20	40
Apertura de surcos	Jornal	4	20	80
Abonamiento	Jornal	2	20	40
Poda de esquejes	Jornal	2	20	40
4. INSUMOS				2120
Guano de isla	Saco	20	50	1000
Nitrato de amonio	Saco	5	85	425
Superfosfato triple de calcio	Saco	4	95	380
Sulfato de potasio	Saco	3	105	315
5. TRANSPORTE				96
Fertilizantes	Saco	32	3	96
II. IMPREVISTOS 5%				144.8
COSTO TOTAL				3040.8

**Anexo N° 5. RESUMEN DEL COSTO TOTAL DE INVERSIÓN POR
TRATAMIENTOS**

Trat	Codificado		Niveles (kg.ha ⁻¹)				COSTO TOTAL S/.
	X ₁	X ₂	Guano de isla	Niveles N P K			
1	-2	-2	0000	000	000	000	588.0
2	2	-2	2000	000	000	000	2940.0
3	-2	2	0000	150	200	150	1927.8
4	2	2	2000	150	200	150	4153.8
5	-2	0	0000	075	100	075	1331.4
6	-1	0	500	075	100	075	1887.9
7	1	0	1500	075	100	075	3000.9
8	2	0	2000	075	100	075	3557.4
9	0	-2	1000	000	000	000	1827.0
10	0	-1	1000	038	050	038	2135.7
11	0	1	1000	113	150	113	2639.7
12	0	2	1000	150	200	150	3040.8
13	0	0	1000	075	100	075	2444.4

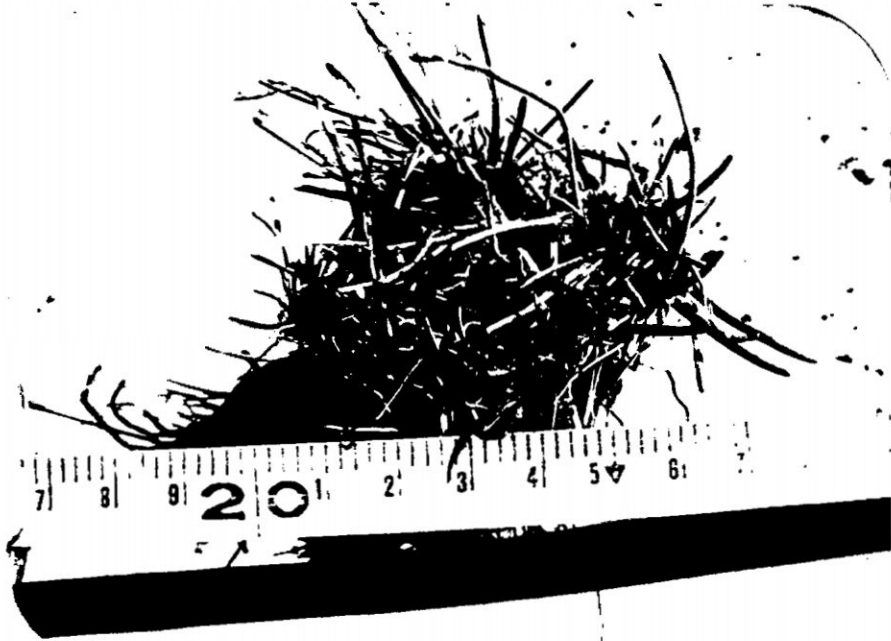
Anexo N° 6. Fotografías de las actividades realizadas durante el presente trabajo de investigación



Fotografía 1. Recolección del material experimental



Fotografía 2. Corte del material experimental especie *Poa perligulata*



Fotografía 3. Esquejes del material experimental especie *Poa perligulata*



Fotografía 4. Muestra de esquejes de la especie *Poa perligulata*



Fotografía 5. Poda de la parte aérea y raíz del material experimental



Fotografía 6. Demarcación del área experimental



Fotografía 7. Parcelas experimentales listas para el transplante



Fotografía 8. Transplante del material experimental



Fotografía 9. Parcelas experimentales luego del trasplante



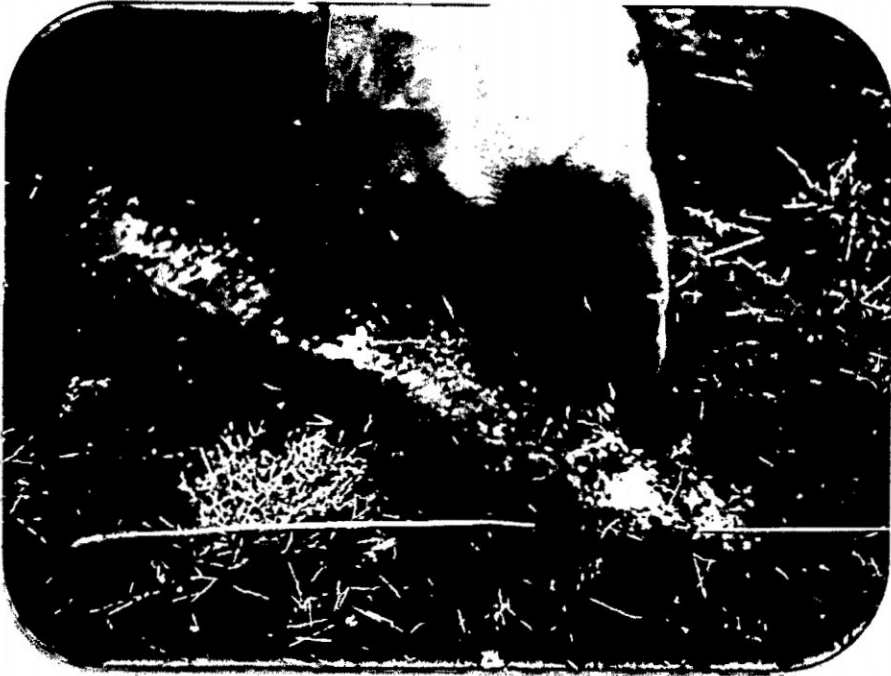
Fotografía 10. Riego de las parcelas



Fotografía 11. Parcelas experimentales cubiertas con ichu



Fotografía 12. Apertura de surcos para la fertilización



Fotografía 13. Incorporación del fertilizante sintético y orgánico



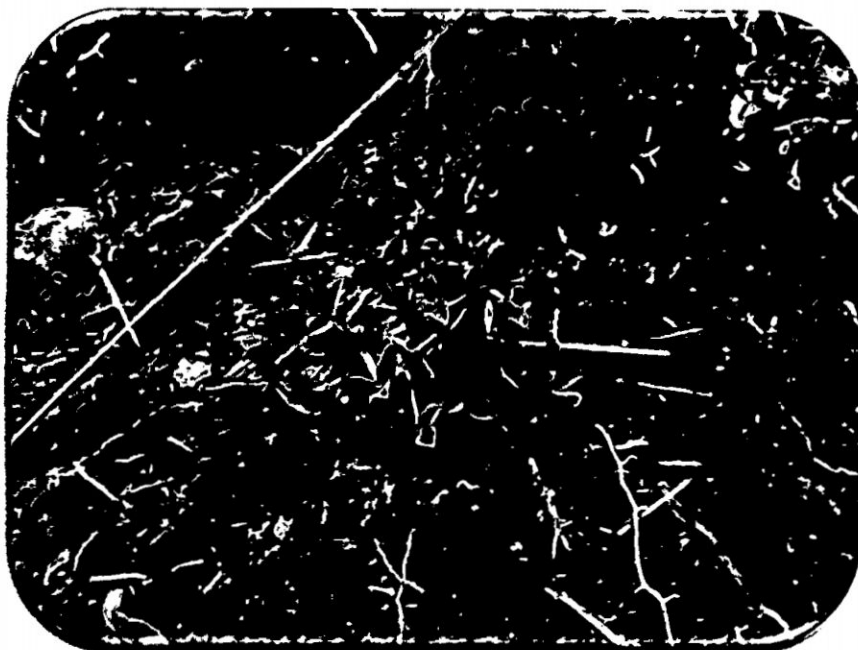
Fotografía 14. Poda de los pastos nativos luego de la fertilización



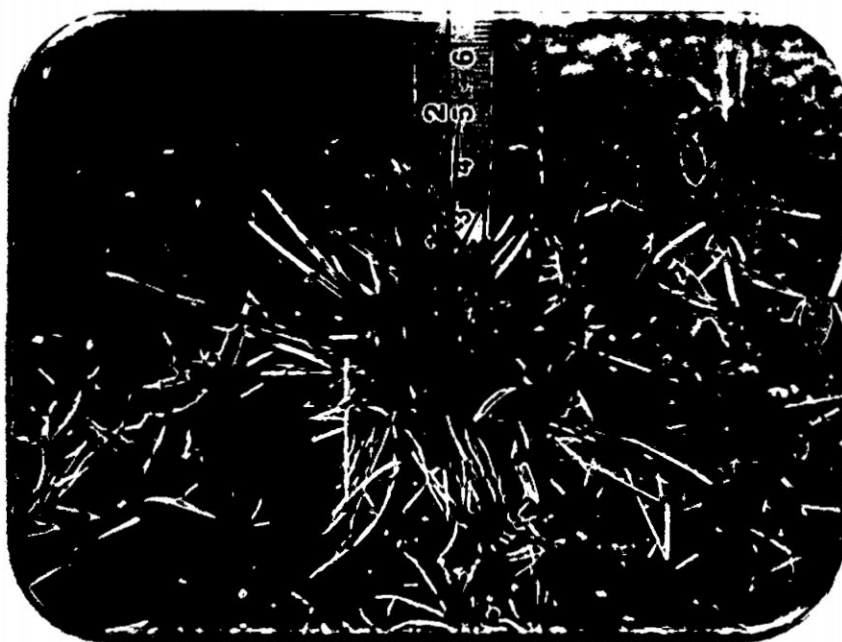
Fotografía 15. Rebrote al mes de la fertilización especie *Festuca dolichophylla*



Fotografía 16. Rebrote al mes de la fertilización especie *Muhlenbergia ligularis*



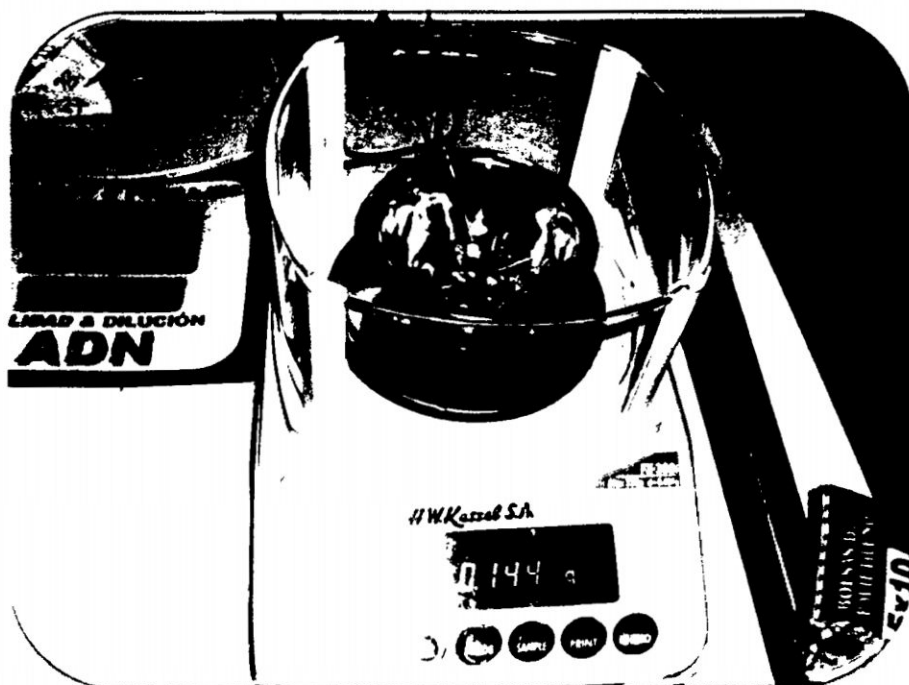
Fotografía 17. Rebrote al mes de la fertilización especie *Trifolium amabile*



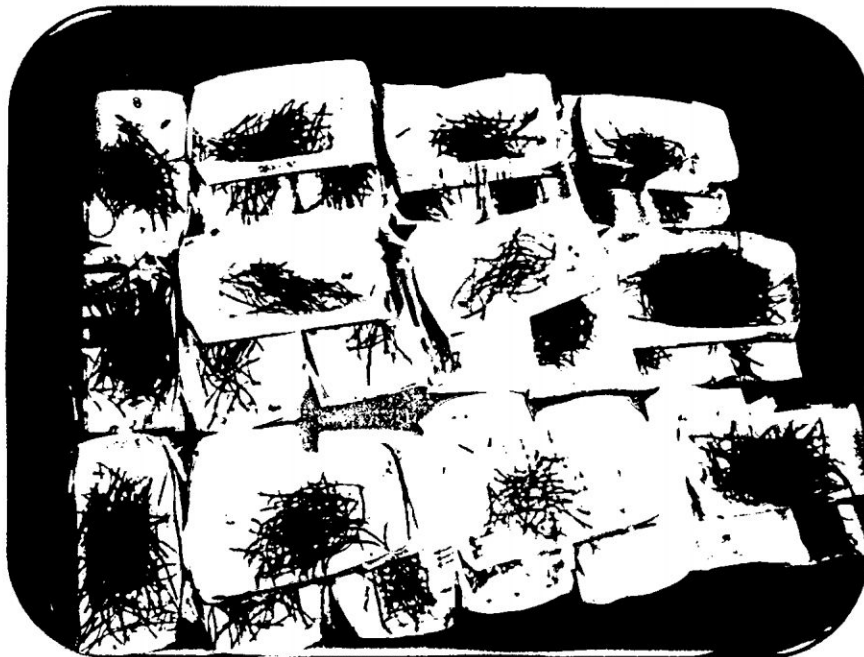
Fotografía 18. Toma de datos de los pastos naturales (altura de planta)



Fotografía 19. Corte del forraje de los pastos naturales



Fotografía 20. Pesado del forraje de los pastos naturales



Fotografía 21. Muestra codificada de los pastos naturales



Fotografía 22. Muestras codificada de los pastos naturales en la estufa