

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



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE CINCO VARIEDADES DE FESTUCA
ALTA (*Festuca Arundinacea*), BAJO CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA EN EL INSTITUTO BENSON, LETANIAS-VIACHA, LA PAZ**

LUIS FRANCISCO QUISPE ROJAS

La Paz - Bolivia

2010

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

**COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE CINCO VARIEDADES DE FESTUCA
ALTA (*Festuca Arundinacea*), BAJO CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN
NITROGENADA EN EL INSTITUTO BENSON, LETANIAS-VIACHA, LA PAZ**

Tesis de grado presentado
como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero
Agrónomo

LUIS FRANCISCO QUISPE ROJAS

Asesor(s):

Ing. Víctor Castañón Rivera

Ing. M. Sc. Félix Mamani Reynoso

Tribunal Examinador:

Ing. Ph. D. Bernardo Solís Guerrero

Ing. Miguel Nogales S.

Ing. Hugo Mendieta P.

Aprobada

Presidente tribunal examinador.

2010

D E D I C A T O R I A

Mi Eterna gratitud a mi familia, en especial
a mi esposa Marilú, hijos Luis Ángel,
Yanina Nicole, José Roberto, Luz Celeste
y
Efraín.

A mi querida madre Germana Rojas

AGRADECIMIENTO

- *A Nuestro Padre Celestial por guiarnos por darnos la oportunidad de vivir y superarnos cada día.*
- *A BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE por el apoyo que me ha brindado en la preparación, elaboración y conclusión del presente trabajo.*
- *A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía, a todos mis docentes, quienes han hecho posible mi formación profesional.*
- *Mi gratitud a mis asesores y revisores, por la labor de hacer posible una realidad de este proyecto.*
- *Un agradecimiento especial a mis amigos y compañeros de la facultad, en especial a Valerio T. y Estanislao T.*

INDICE GENERAL

	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice General.....	iii
Índice de cuadros.....	vii
Índice de gráficos.....	viii
Índice de Figuras.....	viii
Resumen.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivo específico.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Cultivo de la Festuca alta.....	5
2.1.1 Origen y distribución.....	5
2.1.2 Características del forraje.....	5
2.1.2.1 Composición y características nutricionales.....	7
2.1.2.2 Descripción taxonómica.....	8
2.1.2.3 Morfología de la festuca alta.....	8
2.1.2.3.1 Hoja.....	8
2.1.2.3.2 Tallo.....	9
2.1.2.3.3 Sistema radicular.....	9
2.1.2.3.4 Inflorescencia.....	10
2.1.2.3.5 Espiguillas.....	10
2.1.2.3.6 Flor.....	10
2.1.2.3.7 Fruto.....	11
2.1.2.4 Variedades.....	12

2.1.2.4.1 Bariana.....	12
2.1.2.4.2 Barolex.....	12
2.1.2.4.3 Dovey.....	13
2.1.2.4.4 Fawn.....	13
2.1.2.4.5 Tf – 33.....	13
2.1.3 Condiciones agroecológicas.....	14
2.1.3.1 Clima.....	14
2.1.3.2 Suelo.....	14
2.1.4 Manejo de la festuca.....	15
2.1.4.1 Establecimiento.....	15
2.1.4.2 Preparación del suelo.....	15
2.1.4.3 Siembra.....	15
2.1.4.4 Riego.....	16
2.1.4.5 Siega.....	16
2.1.4.6 Rendimiento.....	17
2.1.5 Mantenimiento del cultivar.....	17
2.1.5.1 Fertilización.....	17
2.1.5.2 Siega.....	17
2.1.5.3 Riego.....	18
2.2 Fertilizante.....	18
2.2.1 Fosfato diamónico.....	19
2.2.2 Descripción y características.....	19
2.2.3 Funciones del fosfato diamónico en la planta.....	20
3. LOCALIZACION.....	21
3.1 Ubicación geográfica.....	21
3.2 Características agroecológicas.....	22
3.2.1 Clima.....	22
3.2.2 Temperatura atmosférica.....	23
3.2.3 Precipitación pluvial.....	25
3.2.4 Balance hidrológico.....	27
3.2.5 Suelo.....	28
3.2.6 Flora.....	29

3.2.7 Fauna.....	30
4. MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1 Materiales.....	31
4.1.1 Material del campo.....	31
4.1.2 Material del laboratorio.....	31
4.1.3 Material de gabinete.....	31
4.1.4 Material vegetal.....	32
4.1.5 Material de fertilización.....	32
4.2 Procedimiento experimental.....	32
4.2.1 Factores de estudio.....	32
4.2.2 Formulación de tratamientos.....	33
4.2.3 Características del área experimental.....	33
4.2.4 Croquis del experimento.....	34
4.2.5 Análisis estadístico.....	35
4.2.6 Modelo lineal aditivo.....	35
4.2.7 Procedimiento experimental de campo.....	36
4.2.7.1 Toma de muestra del suelo.....	36
4.2.7.2 Preparación de parcelas experimentales.....	36
4.2.7.3 Fertilización.....	36
4.2.7.4 Siembra.....	36
4.2.7.5 Labores culturales.....	37
4.3 Variables de respuesta.....	37
4.3.1 Variables agronómicas evaluadas.....	37
4.3.2 Emergencia.....	37
4.3.3 Altura de la planta.....	37
4.3.4 Cobertura.....	37
4.3.5 Número de macollos.....	38
4.3.6 Rendimiento en materia seca.....	38
4.4 Análisis económico.....	38
4.4.1 Beneficio bruto.....	39
4.4.2 Beneficio neto.....	39
4.4.3 Relación beneficio costo.....	40

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	41
5.1 Respuestas agronómicas.....	41
5.1.1 Emergencia.....	41
5.1.2 Crecimiento vegetativo de la planta.....	43
5.1.3 Altura de la planta.....	45
5.1.4 Cobertura.....	49
5.1.5 Macollamiento.....	52
5.1.6 Rendimiento en materia seca.....	56
5.2 Análisis económico.....	58
5.2.1 Cálculo de ingresos.....	59
5.2.2 Calculo de beneficio neto.....	60
6. CONCLUSIONES	64
7. RECOMENDACIONES	66
8. BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	73

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Composición Nutricional de la Festuca Alta.....	7
2. Registro de los promedios mensuales de temperaturas de la estación del Instituto Benson durante la campaña agrícola 2007 - 2008.....	23
3. Registro de precipitaciones pluviales mensuales en la estación del Instituto Benson durante la campaña agrícola 2007 - 2008.....	25
4. Análisis Físico, químico de suelos de la estación de "Letanías".....	29
5. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia.....	42
6. Análisis de varianza para la altura de la planta.....	45
7. Prueba de Duncan para altura de la planta en fertilización.....	46
8. Prueba de Duncan para la altura de la planta de las variedades.....	47
9. Análisis de varianza de efectos simples para altura de las plantas.....	48
10. Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura de las variedades de festuca alta.....	50
11. Prueba de Duncan para porcentaje de cobertura para variedades de festuca alta.....	51
12. Análisis de varianza para número de macollos por planta de las variedades de festuca alta.....	53
13. Prueba de Duncan para número de macollos por planta para variedades de festuca alta.....	54
14. Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca de las variedades de festuca alta.....	56
15. Prueba de Duncan para el rendimiento en materia seca de las variedades de festuca alta.....	57
16. Cálculo de beneficio bruto.....	61

17. Calculo de costos parciales de producción.....	62
18. Cálculo de beneficio neto.....	63
19. Cálculos de relación beneficio costo.....	63

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Página
1. Comportamiento de temperaturas ambiente en la estación de Letanías.....	24
2. Precipitación mensual de la campaña agrícola Jul. 2007 a Jun. 2008 vs precipitación pluvial promedio del los años 1996-2005.....	26
3. Balance hidrológico durante la campaña agrícola Julio 2007 a Junio 2008.....	28
4. Porcentaje de emergencia de las variedades de festuca.....	43
5. Crecimiento vegetativo de las variedades de festuca en estudio.....	44
6. Altura de crecimiento de las variedades de festuca alta.....	48
7. Interacción de factores de fertilizantes por variedades.....	49
8. Porcentaje de cobertura de las variedades de festuca alta.....	52
9. Número de macollos por plantas de las variedades de festuca alta.....	55
10. Rendimiento en materia seca de las variedades de festuca.....	58

INDICE DE FUGURAS

1. Características del cultivo (fuente: West Virginia University. Extensión Service.....	7
2. Ubicación geográfica de la comunidad Contorno de Letanías, en la provincia Ingavi.....	22

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de Investigación del Instituto Benson, ubicado en la comunidad de Contorno de Letanías de la provincia Ingavi del departamento de La Paz, a partir del mes de noviembre del año 2007 a mayo del año 2008.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de Festuca alta (Bariana, Barolex, Dovey, Fawn y Tf-33), bajo dos niveles de fertilización.

Los niveles de fosfato diamónico (0 y 5 kg/UE) y las variedades (Bariana, Barolex, Dovey, Fawn y Tf-33) se analizaron en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones en un arreglo factorial 2 x 5. Los datos fueron evaluados mediante el procedimiento "General Lineal Model" –PRG GLM– del programa SAS. Las variables de respuesta para el modelo con repeticiones fueron; emergencia, altura de la planta, macollamiento, cobertura y disponibilidad de forraje en t/ha de MS.

El trabajo de campo se desarrollo a partir del 5 de noviembre con el roturado, rastrado, nivelado del suelo, incorporando el fertilizante correspondiente y posteriormente la siembra en un área total de 5408 m² con 169 m² por cada unidad experimental.

Las características climatológicas en la zona durante el desarrollo de la planta no fueron favorables, se han registrado lluvias tardías, dando un resultado de un balance hidrológico negativo, durante la fase de emergencia y crecimiento de la planta.

Con respecto a los resultados obtenidos durante el estudio en cuanto a la emergencia, las variedades de festuca alta estadísticamente un

hubo diferencias entre los niveles de fertilización y entre las variedades a un nivel del 5% de error.

Durante el desarrollo vegetativo de la planta la variedad Dovey, con fertilización y sin fertilizar fue superior a las demás variedades, siendo su tasa de crecimiento 1,0 y 0,7 cm por cada 10 días respectivamente. Las variedades; Dovey Fawn y Tf-33 fueron especies que tuvieron mejores respuesta a la fertilización.

El crecimiento de las festucas fue a favor de la variedad Dovey que alcanzó una altura media de 10.50 cm ($p < 0,05$) entre las variedades. Las demás variedades obtuvieron resultados inferiores a la variedad Dovey.

La diferencia observada entre las variedades en relación a la cobertura, la variedad Dovey fue mejor ($p < 0,05$) con un 34 % de cobertura, frente a las otras variedades de festuca alta.

Otra de las características más importantes para la variedad Dovey fue el de obtener un rendimiento mayor de 2.3 tm/ha frente a las demás variedades.

Con relación al análisis económico, es de notar que el tratamiento A_0B_3 (Variedad Dovey sin fertilización) resulto ser más rentable alcanzando un beneficio bruto más alto debido al buen desarrollo de su follaje

La parte más importante de la investigación es obtener el beneficio neto mayor ya que nos proporciona la información para poder hacer las recomendaciones válidas al agricultor.

1. INTRODUCCIÓN

El Altiplano Norte es una de las zonas con mayor producción ganadera de todo el Altiplano Boliviano. En esta extensa zona geográfica han desarrollado diferentes comunidades vegetales, en respuesta a las condiciones edafoclimáticas específicas, formando asociaciones vegetales o tipos de praderas. Los rebaños pastan en estas praderas nativas. Esta población global depende como fuente de alimentación de especies forrajeras nativas en un 98% y el forraje restante proviene de los forrajes cultivados (Prieto *et al.* 1998).

En la región del contorno de Letanías la actividad agrícola está limitada por factores adversos al clima, principalmente por alta evapotranspiración potencial, escasa precipitación pluvial, heladas y granizos frecuentes en plena época productiva, que ocasiona una estación seca muy larga, provocando una actividad agrícola difícil y riesgosa. Sin embargo, la mayoría de las familias campesinas de las comunidades de región tienen como componente principal de ingresos económicos en función a la actividad ganadera.

Los fenómenos climatológicos adversos que vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción y calidad nutritiva del forraje. La asignación diaria de forraje a los animales, tiene una relación con la calidad nutritiva de su ingesta, en consecuencia, una baja disponibilidad de forraje reduce el consumo, limitando la expresión potencial productivo de los animales, con resultados adversos sobre la seguridad alimentaria de la población campesina.

Además en nuestro medio, en innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficit alimentario o faltas de forraje para alimentar al animal (Alcazar 1997).

Bajo esta realidad cotidiana de una sobrecarga animal, escasa producción de forraje, procesos de desertificación de los suelos y baja calidad de los animales, el principal reto agronómico es: aumentar la base forrajera con variedades mejoradas como es la Festuca Alta (*Festuca arundinacea*).

Las variedades de festuca alta establecidas constituyen un recurso importante en la actividad pecuaria, debido a sus excelentes cualidades nutritivas, alto rendimiento, ciclo vegetativo corto, adaptación a condiciones edafoclimáticas difíciles y su conservación como heno o ensilaje para las épocas de estiaje (Duble 2006).

Su sistema radicular extenso, profundo y fibroso fija las plantas al suelo, hace que resista el daño causado por pisoteo, protege la superficie del suelo de la erosión, mejora la estructura y la densidad del suelo (Burennett 2006).

El presente trabajo se llevó a cabo en el marco del Proyecto de Investigaciones Forrajeras, en la Estación Experimental del Benson Agriculture and Food Institute en Letanías-Viacha. Por la importancia económica del cultivo en la zona, como fuente de alimentación para el ganado, se pretende contribuir al conocimiento, el comportamiento agronómico de las variedades de festuca alta.

A través del presente trabajo se pretende contribuir las experiencias y conocimiento sobre comportamiento agronómico de cinco variedades de festuca alta (Bariana, Barolex, Dovey, Tf-33 y Fawn), evaluando la productividad de la biomasa vegetal, el porcentaje de emergencia, porcentaje de macollamiento y la altura de crecimiento de la planta.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico de cinco variedades de Festuca alta, bajo condiciones de fertilización nitrogenada, en la Estación Experimental del Benson Agriculture and Food Institute en Letanías - Viacha.

1.2.2 Objetivos Específico

- Evaluar el rendimiento de materia seca de las cinco variedades de festuca (*Barolex, Dovey, TF-33, Fawn y Bariana*).
- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento agronómico de las variedades de festuca alta en estudio.
- Analizar los costos parciales de producción de las variedades Festuca en estudio.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultivo de la festuca alta

2.1.1 Origen y distribución

Según Doble (2006), la festuca alta es un pasto perenne macollada de clima templado que es cultivado para praderas. Este pasto es nativo de Europa y norte de África, fue introducido de Europa a los Estados Unidos a mediados de siglo XIX y posteriormente a Sudamérica.

De acuerdo a Hannaway (1999) las primeras pruebas de adaptación fueron realizadas en las estaciones experimentales de agricultura de Utah y Kentucky y en Washington. La festuca alta es una gramínea importante dentro de los sistemas ganado/forraje y constituye la base en la producción vaca-cría de ganado de carne y leche. Alrededor del mundo, es un pasto valorado por su tolerancia a una amplia variedad de factores de suelo y clima, y por su alto potencial de producción.

2.1.2 Características del forraje

Según Doble (2006), La festuca alta es una planta vigorosa, perenne, de hojas amplias de color verde oscuro. La festuca alta se arraiga profundamente formando un césped denso. Bajo buenas condiciones, la festuca alta alcanza una altura de 1.2 m o más. La festuca alta es similar en aspecto al ryegrass y orchardgrass. Es similar a estas dos hierbas con la diferencia de que sus hojas se extienden sobre la superficie del suelo durante su etapa vegetativo. La festuca alta mantiene la mayor parte de sus reservas de energía y carbohidrato en la base de las hojas.

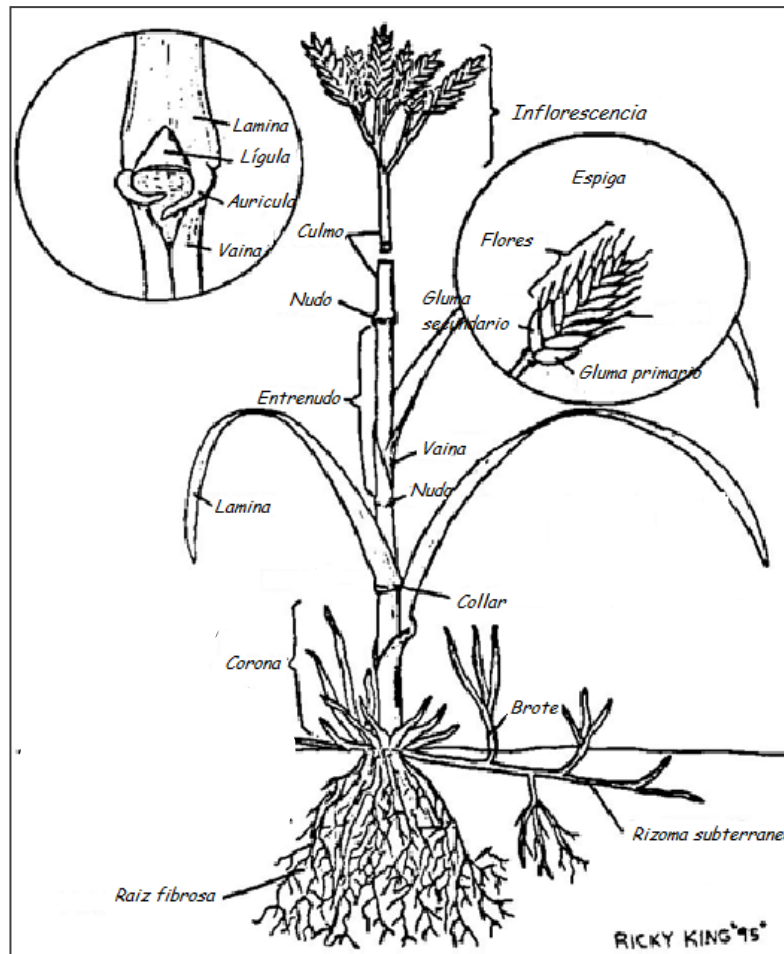


Figura 1. Características del cultivo (fuente: West Virginia University. Extension Service)

Burnett (2006) menciona, que es bastante tolerante a la sequía; Es más tolerante a la helada que el dátilo y phalaris; es compatible con el trébol subterráneo y el trébol blanco; Desarrolla un pasto robusto resistente al pisoteo del ganado; Las nuevas variedades son altamente sabrosas y nutritivas para el ganado lechero.

Pardo (1984), menciona que la festuca es una gramínea perenne de crecimiento cespitoso de matas densas y altas de unos 1,5 m de altura, siendo las cañas delgadas y glabras y su sistema radicular es fibroso y potente, alcanza una profundidad de 30 a 35

cm; esto le permite ser una especie muy resistente a la aridez, requiriendo aportes de agua muy inferiores a otras especies. Se reproduce vegetativamente por ahijamiento y es muy resistente al pisoteo y al arrancamiento.

2.1.2.1 Composición y características nutricionales

Según Hannaway (1999), con un manejo adecuado de las praderas de festuca alta, son capaces de producir forraje de alta calidad, con alto nivel de energía digestible, proteína y minerales. La festuca alta acumula niveles altos de carbohidratos utilizables en primavera y otoño. Sin embargo, la composición depende fuertemente del estado de madurez a la cosecha y la fertilización.

Cuadro 1. Composición Nutricional de Festuca Alta en base a MS.

Descripción del alimento	TND (%)	ED (Mcal/kg)	EM (Mcal/kg)	ENm (Mcal/kg)	Eng (Mcal/kg)	PC (%)	Ca (%)	P (%)
Fresco, estado vegetativo	73	3.22	2.64	1.73	1.11	22.1	0.51	0.37
Fresco, inicio de floración	67	2.95	2.42	1.54	0.94	16.7	—	—
Heno, final del estado vegetativo	76	3.35	2.75	1.82	1.19	21.3	—	—
Heno, inicio de floración	62	2.73	2.24	1.38	0.80	20.2	—	—
Heno, floración media	60	2.65	2.17	1.31	0.74	16.4	—	—
Heno, floración completa	58	2.56	2.10	1.24	0.68	12.1	0.41	0.30
TND=total de nutrientes digestibles; ED=energía digestible; EM=energía metabolizable; ENm=energía neta para mantenimiento; Eng=energía neta para ganancia de peso; PC=proteína cruda; Ca=calcio; P=fósforo. Valores TND son listados para rumiantes. Valores para caballos son generalmente más bajos.								

Fuente: “Nutrient requirements of Domestic Animals” serie publicada por el National Research Council (NRC)

2.1.2.2 Descripción taxonomía

La clasificación taxonómica de la festuca alta según, Cámara (1981) es la siguiente.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Sub división	: Angiospermas
Clase	: Monocotiledoneas
Orden	: Glumiflorales
Familia	: Graminae
Genero	: Festuca
Especie	: Arundenaceae

2.1.2.3 Morfología de la festuca alta

2.1.2.3.1 Hoja.

Burkart (1979), menciona que las hojas de la festuca alta nacen sobre el tallo, alternativamente en dos filas, una en cada nudo. La hoja consta de la vaina y limbo.

Según Rodríguez (2000), la hoja presenta vaina cerrada que rodea al tallo por encima del nudo, con aurículas pequeñas cartilaginosas bordeadas con cilias que se proyectan desde el borde de la hoja en la unión de la vaina y el limbo. La lígula es el apéndice membranosa menor a 0,5 cm. que se adhiere al tallo donde se unen la vaina y el limbo.

El limbo de la hoja es plana y glabra de color verde intenso con nervaduras paralelas, con envés brillante, los bordes son ásperos

e hialinos, algunas forman ángulo recto con respecto a la vaina y son típicamente planos, estrechos y sentados (Duble 2006).

2.1.2.3.2 Tallo

Mejorpasto (2005) menciona, que los tallos florales son huecos, compuestos de nudos y entrenudos llamados colectivamente culmo. Los culmos usualmente son erectos, fuertes, suaves y alcanzan hasta 2.0 m. de altura. Siendo el entrenudo hueco. El nudo es siempre sólido.

Burkart (1979) afirma, que la conexión vascular de las hojas con el tallo está en el nudo; las yemas laterales se forman en las axilas de las hojas. Estas yemas laterales pueden dar lugar a ramificaciones vegetativas del tallo (chupones) o a brotes florales. Las raíces adventicias nacen del meristemo nodal, una zona situada inmediatamente por encima del nudo.

El segmento superior del tallo que mantiene la inflorescencia tipo-panícula, es el pedúnculo y la base del tallo normalmente es rojiza o púrpura (Rodríguez 2000).

2.1.2.3.3 Sistema radicular

Según Burnett (2006), la festuca alta tiene un sistema radicular más profundo que el ryegrass perenne; presenta un sistema radicular fibroso, homorrizo, llegando a alcanzar 1,80 m de profundidad.

La festuca alta produce un gran número de raíces rugosas y fuertes. La raíz primaria puede persistir únicamente durante un corto periodo después de la germinación. En los nudos inferiores

del tallo joven nace pronto un extenso sistema de raíces secundarias (adventicias), que forman la mayor parte del sistema radicular permanente. La festuca alta no tiene estolones. Generalmente tiene rizomas cortos, aunque existe una amplia variación en las características de los rizomas que le permiten cubrir el suelo de pasto. (Duble 2006).

2.1.2.3.4 Inflorescencia

La inflorescencia es una panoja laxa o algo contraída, multiflora de 20-50 cm. de longitud, con raquilla articulada por encima de las glumas y entre los antecios (Burkart 1979).

2.1.2.3.5 Las Espiguillas

Espiguillas pueden ser desde elípticas a oblongas de 10 a 19 mm. Cada espiguilla tiene de 3 a 10 flósculos. Sin embargo, aproximadamente solo la mitad produce semilla. Además los flósculos dentro de las espiguillas están interconectados por un axis central llamado raquilla. Segmentos de la raquilla se encuentran en cada flósculo maduro (semilla) (INIFAP 1990).

El peso de 1000 unidades de semilla pesa 1,5 a 2,2 gr. De 4 a 7 mm de largo, de forma elíptico aristada (Duble 2006).

2.1.2.3.6 Flor.

Metcalf (1989) señala que las festucas suelen tener flores pequeñas completas, dispuestas en espiguillas. Debajo de cada flor hay dos brácteas, la más grande o externa es la lemma; la más pequeña o interna, es la paléa que usualmente está envuelta por la lemma.

El número de estambres es tres. El pistilo es único y tiene un ovario unilocular, con un óvulo. Generalmente hay dos estilos, cada uno con un estigma plumoso (Rodríguez 2000).

El periantio consiste en dos a veces tres pequeñas escamas, llamadas lodículas, localizadas en la base de la flor, dentro del lemma. Estas lodículas contribuyen a mantener abiertas la lemma y la palea en el momento de la antesis y de este modo facilitan la polinización. Los delgados filamentos llevan dos anteras (Metcalf 1989).

2.1.2.3.7 Fruto

El fruto es un cariósido oblongada con compresión dorsiventral de unos 0.2 mm. de longitud, vestidos por lema y palea (Mejorpasto 2005). Además la semilla única, se desarrolla rápidamente sobre la pared del ovario, formando un grano que llega a ser una semilla (INIFAP 1990).

El pericarpio es la pared del ovario modificada, mientras que la semilla es el óvulo desarrollado. La cariósido queda encerrada dentro de la lemma y la palea. El pericarpio se adhiere fuertemente de a la semilla y parece de este modo un tegumento. Sin embargo, el tegumento de la semilla (testa), es una estructura ovular, mientras que el pericarpio es la pared del ovario modificada. El pericarpio protege a la semilla contra las pérdidas de humedad, los ataques de los parásitos, y los daños de los insecticidas y fungicidas (Metcalf 1989).

El embrión (germen), se encuentra en el lado de la cariósido próximo al lemma, puede verse fácilmente como una depresión del óvulo. Parte de la cariósido no ocupada del embrión está

constituida por una plúmula, una radícula y un escutelo (Rodríguez 2000).

Después de la germinación, la plúmula da origen a la parte aérea de la planta. La radícula origina al sistema radicular primario, que sirve para anclar a la plántula y absorber agua (Hartman 1986).

Durante la germinación, el escutelo o cotiledón del germen, segrega de la capa exterior de células ciertas enzimas que disuelven las reservas acumuladas en el endospermo. Esto permite el desplazamiento de los principios nutritivos hacia la plúmula y la radícula (Metcalf 1989).

2.1.2.4 Variedades

2.1.2.4.1 Bariana

De acuerdo a Barenbrug (2005) la Bariana al igual que Barolex es una de las especies forrajeras de lanzamiento nuevo de las festucas altas, de hojas finas, de maduración tardía que otras variedades y en estudios la calidad, palatabilidad, sabor es mucho mejor que las demás variedades. El uso más frecuente en las regiones de países europeos es para el pastoreo intensivo del ganado.

2.1.2.4.2 Barolex

Barolex es una variedad de última generación. Es de establecimiento rápido y frondoso de hojas suaves, de un sabor agradable con altos rendimientos en materia seca; este material es una planta con gran potencial y calidad de la hoja casi igual que el ryegrass perenne (Barenbrug 2005).

2.1.2.4.3 Dovey

Rutherglen (2006), menciona que Dovey es una variedad conocida por su alta producción y tiene un hábito de crecimiento vertical frondoso excepcional, de excelente producción para heno. Es sin duda esta variedad de festuca es de establecimiento rápido, buena persistencia y excelente para almacenar en forma de heno.

Según Burnett (2006) tiene un sabor agradable pero de bajo en valor nutritivo que las demás variedades de festuca.

2.1.2.4.4 Fawn

Rayburn (1983) menciona que, Fawn es una de las festucas más populares del césped de los Estados Unidos; crece mejor en suelos profundos, húmedos, de textura pesada a media y alto contenido de materia orgánica. Es una de las festucas profundamente arraigada, durante el verano o la sequía tiene la tendencia de permanecer verde.

2.1.2.4.5 TF-33

Según Barenbrug (2005) es una mezcla de los genes de las nuevas variedades de festucas desarrollada por los famosos criadores de mundo Holanda. Es tolerante al frío, a la sequía, y se adapta en amplios tipos de suelo. Es de establecimiento rápido, las hojas son suaves, sabrosas y de mayor digestibilidad, contienen un porcentaje más alto en materia seca con menos lignina que las otras festucas.

En los períodos secos proporcionará un excedente en la alimentación y producción total que de cualquier especie animal.

Ideal para asociar con los tréboles blancos de una hoja más grande, tréboles rojos, así como la alfalfa (Barenbrug 2005).

Es de establecimiento rápido y además es resistente a la mayoría de las enfermedades foliares (Barenbrug 2005).

2.1.3 Condiciones agroecológicas

2.1.3.1 Clima

La festuca alta requiere climas cálidos a templadas con una precipitación anual de 450 a 600 milímetros (Burnett 2006). Además Doble (2006), menciona que la festuca alta durante períodos secos puede sobrevivir en un estado inactivo o latente.

Según SEFO (2000), la Festuca alta es una de las especies forrajeras aptas para las zonas templadas y frías. Son más rústicas que el pasto ovido; Soporta los suelos secos como los suelos encharcados, su resistencia a la salinidad es mediana y tiene buena tolerancia al frío y a la sequía.

2.1.3.2 Suelo

La festuca alta se adapta muy bien en suelos de textura media a pesada, con un alto contenido de arcilla y pueden conservar bastante agua y nutrientes. Esta especie es generalmente tolerante a suelos inundados, es también tolerante a suelos ácidos con un pH entre 4.8 - 8.5. Puede llegar a sobrevivir en suelos de salinidad moderada (Burnett 2006).

2.1.4 Manejo de la festuca alta

2.1.4.1 Establecimiento

Landry (2004) menciona, que la mejor época de plantar festuca alta es al comienzo de las primeras lluvias. Anterior a esta época la siembra tiende a experimentar enfermedades excesivas por la tensión del calor, y el sembrar después de las lluvias no se establece completamente. Una siembra tardía no se recomienda generalmente porque la planta no tiene el tiempo necesario para desarrollar el sistema radicular profundo que le es necesario para sobrevivir en invierno.

2.1.4.2 Preparación del suelo

La clave de un buen establecimiento acertado de un césped está en una preparación apropiada del suelo. Primero, quitar las piedras, terrones y tocones de árboles. Agregar enmienda como materia orgánica, arena o tierra vegetal para la mejora del suelo (Landry 2004).

El mismo autor señala que después de que se termine la preparación inicial y el área se nivela correctamente, recoger una muestra del suelo para obtener recomendaciones del fertilizante. Se incorpora el fertilizante hasta una profundidad de 10 a 15 centímetros en el suelo antes de plantar, aplicar fertilizante en proporción de 40 a 45 kg de Nitrógeno por hectárea.

2.1.4.3 Siembra

Para una siembra exitosa Charles (2000) recomienda usar semilla certificada o de procedencia conocida a razón de 38,9 kg/ha.,

usando un esparcidor mecánico. Dividir la semilla en dos porciones iguales y separar la mitad en una dirección y la otra mitad a un ángulo recto de la primera dirección.

Después de sembrar, se debe pasar ligeramente un rastrillo el área para cubrir la semilla a una profundidad de cerca de 0,6 cm, posteriormente se puede pasar ligeramente con un rodillo para que el suelo quede firme. La aplicación de la paja es beneficiosa, especialmente en cuestas; ayuda a prevenir la erosión y conserva la humedad y germinación rápida (Landry 2004)

2.1.4.4 Riego

Irrigar ligeramente a menudo para prevenir la sequedad superficial. Esto significa riego diario, cerca de 6 mm las primeras tres semanas. A medida que las plantas vayan creciendo, disminuir la frecuencia de la irrigación y aumentar la cantidad de agua aplicada hasta que las prácticas normales pueden ser seguidas (Charles 2000).

2.1.4.5 Siega

Lucas (2000), recomienda la siega a una altura de 4 a 5 centímetros cuando las plantas hayan alcanzado una altura de 20 centímetros de alto. No segar una hierba cuando las plantas están mojadas, especialmente cuando son jóvenes.

2.1.4.6 Rendimiento

Landry (2004) menciona, que el vigor del crecimiento de las plantas es más bien lento, y escasa la producción de forraje en los primeros meses después de la siembra. Después de establecida, la producción es buena pudiendo cosechar hasta 10 a 12 ton/ha de heno por año.

2.1.5 Mantenimiento del cultivar

2.1.5.1 Fertilización

Landry (2004) recomienda hacer un programa de la fertilización basado al estatus del suelo. La festuca alta tolera niveles bajos de fertilidad, se recomiendan generalmente una dosis de 80 a 90 kg N/ha/año.

Si se utiliza un fertilizante de lenta liberación de nitrógeno, seguir las recomendaciones de la etiqueta o utilizar esta regla del pulgar: Si 50 por ciento o más del nitrógeno está en una forma de liberación lenta, aplicar dos veces la cantidad recomendada de fertilizante (Bruneau 2005).

2.1.5.2 Siega

Además Bruneau (2005) indica que las plantas crecerán mejor cuando están segados a 5 centímetros o más de altura, en verano segar durante períodos secos. Utilizando un cortacésped rotatorio con las láminas agudas y segarlo a menudo.

2.1.5.3 Riego

Una irrigación apropiada es muy importante para mantener un césped de calidad, y la festuca alta requiere generalmente menos agua que otras hierbas. Irrigar solamente cuando la tensión de la humedad es baja especialmente en las hojas. (Charles 2000)

La potencia de su sistema radicular, le permite explorar el perfil del suelo en busca de agua y nutrientes. Por ello se trata de una especie resistente a las condiciones de aridez, requiriendo aportaciones de agua bastante inferiores a las de cualquier otra especie (Bruneau 2005)

2.2 Fertilizante

Según Scheneiter (2005), los nutrientes que con mayor frecuencia restringen el crecimiento de las pasturas son el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Generalmente, la fertilización de las pasturas es una técnica con alto impacto productivo y, en la medida que la producción se intensifica, se hace necesaria la adición y/o reposición de algunos nutrientes, si se pretenden obtener altas producciones de forraje sin agotar el suelo.

Desde el punto de vista práctico, la respuesta a la fertilización está relacionada con la demanda de nutrientes de la pastura y con la oferta estacional por parte del suelo. Las formas asimilables del nitrógeno a partir de la mineralización de la materia orgánica del suelo, se encuentran más disponibles desde fines de primavera hasta principios del otoño y menos durante el resto del año (Scheneiter,2004).

2.2.1 Fosfato diamónico.

Sinónimos o genéricos; Sal diamónico, Fosfato Diamónico, DAP, Fosfato dibásico de amonio

Características y propiedades físico y químicas del fosfato diamónico (Mosaic 2004).

- Fórmula Química: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- Peso Molecular: 132.06
- Peso específico: 1,84
- Densidad: granel (compacto) 1009kg/m^3 .
- Solubilidad en Agua: (20 °C) 87.0 %,
- pH: (1%sol) 7,3
- Composición:
 - Nitrógeno Amoniacal (N) 18.0%
 - Fósforo Asimilable (P_2O_5) 46.0%

2.2.2 Descripción y características:

Agrosagi (2004) describe lo siguiente:

El Fosfato Diamónico, es un fertilizante conocido por sus excelentes condiciones de solubilidad en agua a las concentraciones recomendadas para fertilización líquida al suelo y foliar. Puede ser aplicado a través de todo los tipos de sistemas de riego.

El fosfato diamónico es uno de los constructores del follaje o área foliar de las plantas y es requerido en grandes cantidades durante el crecimiento, es un formador de tejidos, raíces, flores, frutos, interviene además en la asimilación de Nitrógeno.

2.2.4 Funciones del fosfato diamónico en la planta.

Agrosagi (2004) describe el rol fisiológico del fosfato diamónico en la planta:

- Formar los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y nucleótidos para el rápido crecimiento de la planta.
- Se encuentra en la clorofila, citocromos, fosfolípidos y alcaloides.
- Aumenta la fotosíntesis y la producción.
- Promueve la formación de frutos y semillas
- Previene la maduración prematura
- Interviene en los procesos de respiración de la planta, fotosíntesis y reducción de nitratos.
- Es indispensable en la germinación de semillas y el desarrollo de raíces.

3 LOCALIZACIÓN

3.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de Investigación del Instituto Benson, ubicado en la comunidad de Contorno de Letanías a 36 km. de la ciudad de La Paz, provincia Ingavi del departamento de La Paz, situada al sudoeste de la ciudad de Viacha. Geográficamente se encuentra situada entre los paralelos $16^{\circ} 42' 0.5$ latitud sud y $68^{\circ} 15' 54''$ de longitud oeste a una altura de 3870 msnm.



Vista panorámica de la ubicación de la Estación Experimental del Instituto Benson-Letanias

Según Saravia (1995), las características físicas de una región, como las condiciones climáticas, topografía y el suelo, determinan la clase de vegetación y el potencial de producción de forraje de esa región.



Figura 2. Mapa de ubicación geográfica de la comunidad Contorno de Letanías, en la provincia Ingavi (<http://aguabolivia.org>,2007).

3.2 Características Agroecológicas

Por debajo de los 4000 m.s.n.m., se encuentra el ecosistema altiplánico. Esta zona es un agroecosistema propiamente dicho, donde se desarrolla plenamente la actividad ganadera y agrícola (Montes de Oca 1989).

3.2.1 Clima

El espacio territorial de la región, presenta características climáticas propias de la zona, debido a su ubicación geográfica y

características topográficas, El ecosistema, según Montes de Oca (1989), clasifica al altiplano como estepa montañoso templado-frío, con precipitación media de 619 mm y temperatura media de 8.5°C.

3.2.2 Temperatura atmosférica

Respecto a la temperatura del ambiente Saravia (1995) menciona a la temperatura como otro factor regulador de crecimiento vegetal, a condición de que las plantas dispongan de humedad adecuada: de los ciclos de desarrollo como emergencia, floración y fructificación.

En la zona, durante la campaña agrícola 2007 a 2008, las temperaturas diurnas fueron de 10°C, llegando a los 20°C en los días más calurosos de verano. Durante el invierno en las noches, las temperaturas nocturnas descendieron hasta -7°C. en el mes de de julio (cuadro 2).

Cuadro 2. Registro de los promedios mensuales de temperaturas de la estación del Instituto Benson durante la campaña agrícola 2007- 2008

Mes	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Temperatura máxima ambiente °C	13,0	15,7	17,0	16,4	18,1	17,5	16,2	16,9	15,7	16,9	16,6	16,5
Temperatura mínima ambiente °C	-3,0	-0,9	1,2	3,7	4,1	5,4	6,3	6,0	5,8	1,9	-1,7	-7,1
Temperatura media ambiente °C	5,0	7,4	9,1	10,1	11,1	11,4	11,3	11,4	10,7	9,4	7,5	4,45

Fuente: INSTITUTO BENSON – LETANIAS.

Los meses con óptimas temperaturas fueron desde el septiembre con una temperatura media de 9,1 °C hasta el mes de abril con

temperatura media de 9,4 a partir del mes de abril hasta el mes de agosto las temperaturas fueron bajas.

En el gráfico 1 se puede observar el comportamiento de la temperatura durante el periodo vegetativo del cultivo, es así que, los meses de octubre a noviembre las temperaturas son adecuadas para la germinación de la semilla, según Otero (2004), la temperatura mínima para la germinación de las gramíneas es de 3 a 4°C.

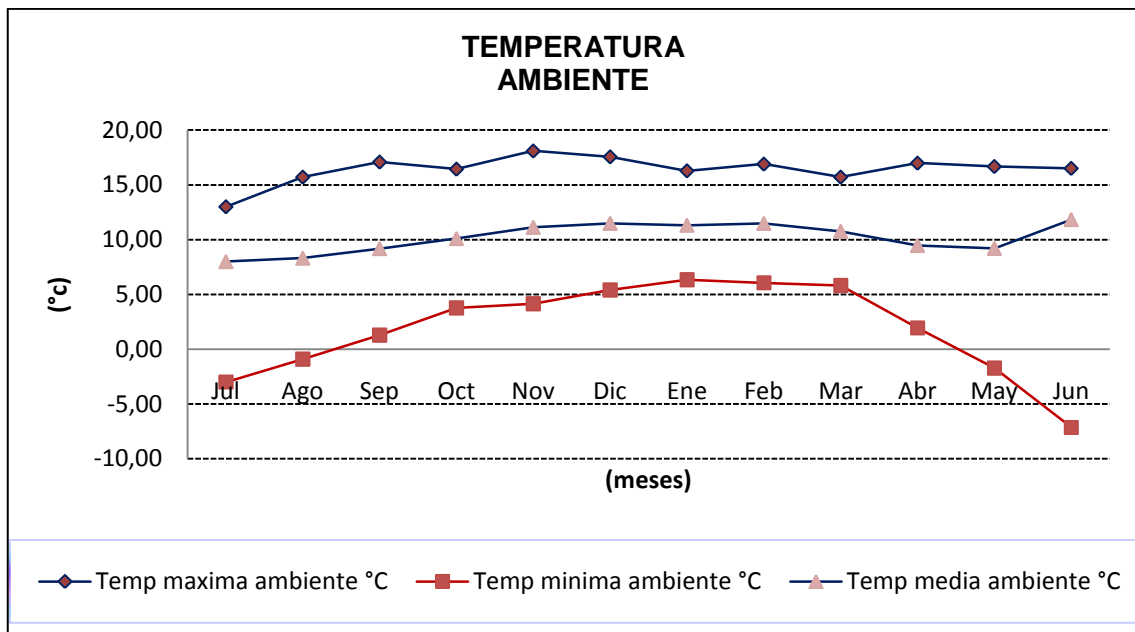


Grafico 1. Comportamiento de Temperaturas ambiente en la Estación Experimental de Letanías

Las variaciones de temperatura durante el año son características propias de la zona. En primavera alcanzó una temperatura máxima promedio de 17 °C y una mínima promedio de 9°C, en verano se registro una temperatura máxima promedio de 17°C y una mínima promedio de 6°C y en otoño se registró un leve

descenso con temperatura máxima promedio de 16,5 °C y una mínima promedio de 9.5 °C.

Las temperaturas de primavera y verano fueron apropiadas para el cultivo de forraje en las zonas secas del altiplano.

3.2.3 Precipitación pluvial

La distribución anual de precipitación pluvial está influenciada por la situación geográfica de la zona. En el cuadro 3 se presentan datos de precipitaciones mensuales registrados en la Estación Experimental de Letanías – Viacha durante el periodo vegetativo del cultivo.

De acuerdo a los datos registrados, las precipitaciones pluviales ocurridas con más frecuencia se registran entre los meses de enero a marzo y la época más seca entre abril a septiembre; obteniéndose un total de 413.91 mm de lluvias durante esta campaña agrícola.

Cuadro 3. Registro de precipitaciones pluviales mensuales en la estación del Instituto Benson durante la campaña agrícola 2007- 2008

Mes	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Precipitación mm/mes	2,4	6,9	13,7	27,4	19,1	57,1	97,7	73,3	78,3	34,5	1,5	0,5

Fuente: INSTITUTO BENSON – LETANIAS.

La producción del forraje del año va a depender de la cantidad de lluvia caída en el periodo vegetativo de la planta, situaciones

que se presentan principalmente durante los meses de noviembre a abril.

En el gráfico 2 se pueden observar que las precipitaciones durante el periodo vegetativo de la planta, en los meses de julio a noviembre fueron menores a las precipitaciones medias registradas durante los últimos nueve años de la región. En los meses de diciembre a abril las precipitaciones fueron mayores con respecto a las precipitaciones medias registradas durante los últimos nueve años de la región.

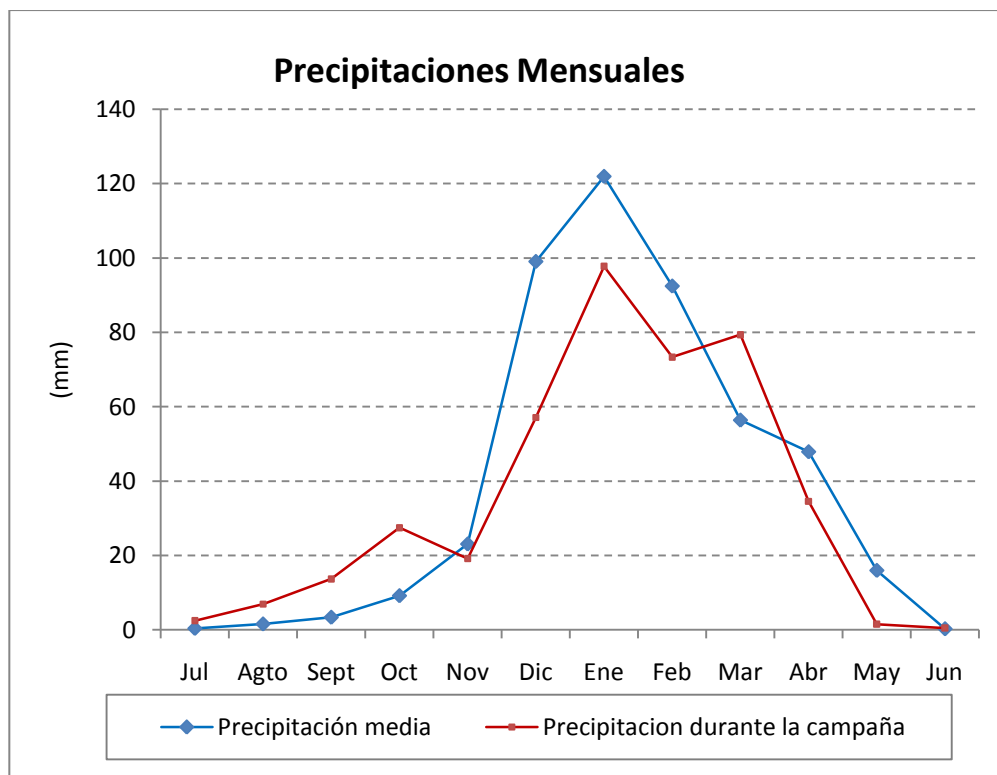


Gráfico 2. Precipitación mensual de la campaña agrícola Jul. 2007 a Jun. 2008 vs precipitación pluvial promedio del los años 1996-2005

Al respecto García (2005), indica que los datos acumulados en una localidad presentan tendencias ascendentes o descendentes

de significación, esto significa en que las últimas décadas han presentado precipitaciones inferiores a la media en forma consistente.

3.2.4 Balance hidrológico

De acuerdo al gráfico 3 la evapotranspiración alcanza valores elevados, particularmente en los meses de primavera y verano cuando se combinan las altas temperaturas, baja humedad relativa y máxima frecuencia de vientos.

La evaporación determina la eficiencia de la precipitación, porque implica pérdida de agua directa desde el suelo y de la superficie de las plantas, reduciendo la disponibilidad de humedad para la producción vegetal, esto implica que las primeras lluvias de primavera si no superan los 35 a 50 mm, no se produzcan ningún efecto sobre las plantas herbáceas

En el gráfico 3 se muestra bien definidos dos épocas; una es la época seca comprendida entre los meses de abril a noviembre y la otra época con lluvias en donde los valores de Eto son inferiores a los valores de precipitaciones.

Cuando los valores de las precipitaciones son mayores a los valores del Eto. significa una mayor actividad agropecuaria. Por lo tanto a partir del mes de noviembre se inicia un nuevo ciclo de producción forrajera. En consecuencia la siembra de pastos cultivados se efectuará al inicio de época de lluvias para aprovechar al máximo la germinación y establecimiento del pasto (Noli 2007).

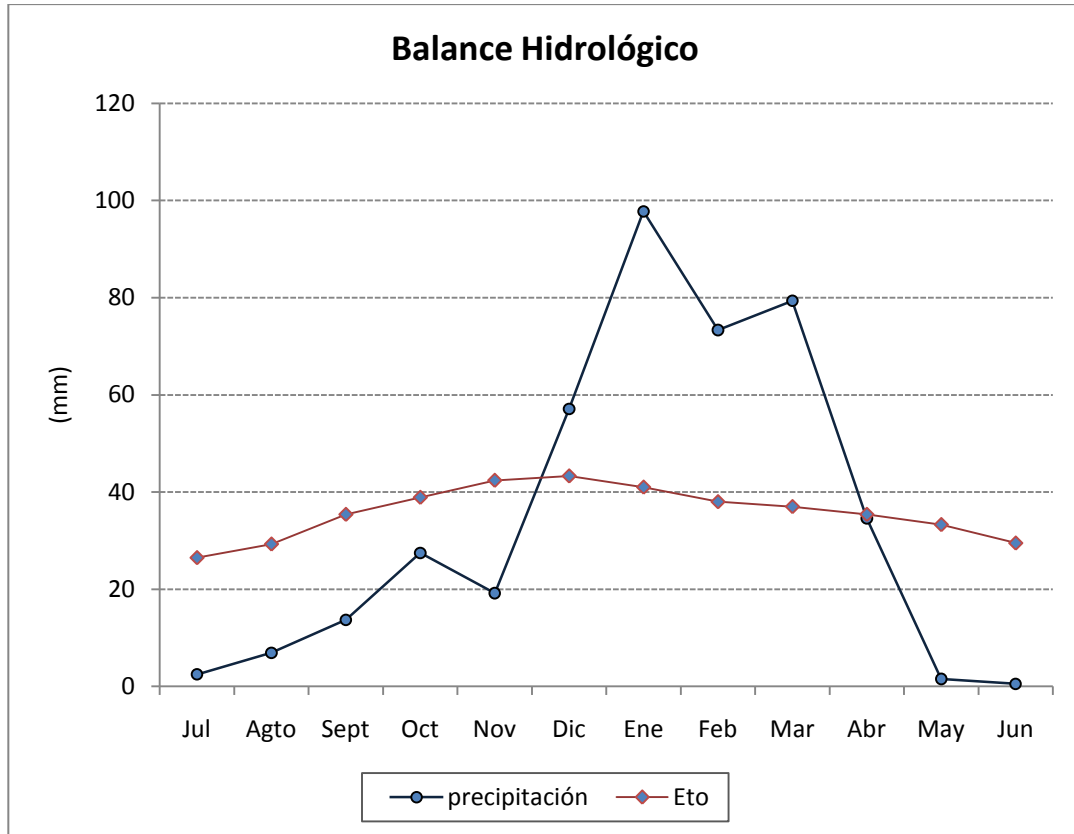


Gráfico 3. Balance hidrológico durante la campaña agrícola Jul. 2007 a Jun. 2008.

3.2.5 Suelo

Los análisis físico químico de los suelos del campo experimental del Instituto Benson, realizados en; Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía y el Instituto Boliviano y Tecnología Nuclear (CIN-VIACHA), los suelos se caracterizaron como medianamente profundo y con textura moderadamente gruesa, con una densidad aparente de 1.59 g/cc, presentando una porosidad de 41,23%, el pH de 7.12 moderadamente alcalino con un contenido de materia orgánica de 3.5 %. La conductividad eléctrica es de 0.026 mmS/cm. 0,04 % de nitrógeno total, 6.04 ppm de fósforo asimilable, 0.36 meq/100 gr de suelo de potasio, tal como se aprecia en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis Físico, químico de suelo en la estación de "Letanías"

Componente	Valor	Interpretación según Chilon 1997
Arena (%)	68,89	-----
Limo (%)	15,76	-----
Arcilla (%)	14,87	-----
Textura	Franco arenosa	Moderadamente grueso
Materia Orgánica (%)	3,5	Medio
Nitrógeno	0.04	Bajo
Fósforo (ppm)	6.04	Bajo
Potasio (meq/100gr suelo)	0.36(196,56kg)	Bajo
Conductividad eléctrica (mmho-cm)	0.026	No hay problemas de sales
pH-H ₂ O (1:5)	7,12	Moderadamente alcalino

3.2.6 Flora

La flora está representada por especies domésticas y especies silvestres. Las especies de flora silvestre son las siguientes; la ***Azorella glabra*** (yareta), pajas como; ***Stipa ichu*** (sicuya), ***Festuca orthophylla*** (paja brava) y la ***Festuca dolichophylla*** (chillihua); arbustos como ***Parastrephia lepidophyllu*** (t'ola), ***Cortederia Quilla*** (sewenka), ***Senecio clivicolus*** (qariwa); variedades de hiervas o pastos como el ***Taraxacum officinales*** (diente de león), ***Bidens pilosa*** (muni muni), ***Erodium sicutarum*** L.(reloj reloj), ***Sonchus oleraceus*** (khanapaqu), ***Chenopodium ambrosoide*** (paiqu), ***Chenopodium sp*** (ajara o quinua silvestre), ***Mohlenbergia ligularis*** (ch'iji), ***Bromus unioloides*** (cebadilla), ***Hordeum muticum*** (cola de ratón), ***Trifolium amabile*** (trébol) y la ***brassica rapa*** (mostaza) (Fernandez,1992). Los nombres

comunes son denominativos utilizados por los pobladores de la región.

Las especies domésticas más representativas tenemos a los forestales como la kishuara, eucalipto, pino y cipreses; entre las ornamentales se destaca la retama, margarita, caléndula y violeta; las especies forrajeras más importantes son la alfa alfa, cebada y avena. Es importante mencionar las especies alimenticias como los tubérculos entre las que se destacan la papa, oca, papaliza y el isaño; entre las especies de cereales están el haba, arveja, trigo, cebada, quinua y tarwi; las hortalizas como la cebolla, nabo, lechuga, repollo, zanahoria y rábano; existen plantas aromáticas como la hierba buena, perejil, huacataya y ch'ijchipa.

Existen plantas medicinales como la huir huir, khanapako, itapillo, k'arallanten, hirujich'u, salhuiya, ch'illkja, manzanilla, anuchapi y otros.

3.2.7 Fauna

La fauna también está representada por especies silvestres y domésticas. La fauna está representada por: aves como la huallata, unkalla, leke leke, paloma, kjurukutu, chihuancu, y otras especies de pajarillos; mamíferos como los conejos, viscacha y zorros.

Las especies domésticas más representativas son: los vacunos, porcinos, ovinos y camélidos; aves como la gallina, patos y pavos.

4 MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material de campo

- Tractor agrícola,
- Estacas,
- cinta métrica de 50m,
- Sacaña,
- Sembradora manual,
- Lienzo o pita,
- Regla graduada en mm,
- Cuadrante de 20 x 20 cm,
- Cámara fotográfica,

4.1.2 Material de laboratorio

- Balanza analítica de precisión con dos decimales
- Mufla (horno para secar muestras)
- Sobres de papel.

4.1.3 Material de gabinete

- Computadora
- Calculadora
- Material de escritorio.

4.1.4 Material vegetal

- Semillas de variedad Bariana
- Semillas de variedad Barolex
- Semillas de variedad Dovey
- Semillas de variedad Fawn
- Semillas de variedad Tf – 33

4.1.5 Material de fertilización

Como fertilizante se ha empleado el fosfato diamónico

4.2 Procedimiento experimental

4.2.1 Factores de estudio

Factor A

Fosfato diamónico

A₁ = Sin fertilización

A₂ = Con fertilización

Factor B

Variedades de festuca alta

B₁ = Bariana - Bn

B₂ = Barolex - Bx

B₃ = Dovey - Dv

B₄ = Fawn - Fn

B₅ = Tf-33 - Tf

4.2.2 Formulación de tratamientos

Tratamientos sin fertilizante

$T_1 = a_1 b_1 =$ Sin fertilización: Variedad Bariana

$T_2 = a_1 b_2 =$ Sin fertilización: Variedad Barolex

$T_3 = a_1 b_3 =$ Sin fertilización: Variedad Dovey

$T_4 = a_1 b_4 =$ Sin fertilización: Variedad Fawn

$T_5 = a_1 b_5 =$ Sin fertilización: Variedad Tf – 33

Tratamientos con fertilizante

$T_6 = a_2 b_1 =$ Con fertilización: Variedad Bariana

$T_7 = a_2 b_2 =$ Con fertilización: Variedad Barolex

$T_8 = a_2 b_3 =$ Con fertilización: Variedad Dovey

$T_9 = a_2 b_4 =$ Con fertilización: Variedad Fawn

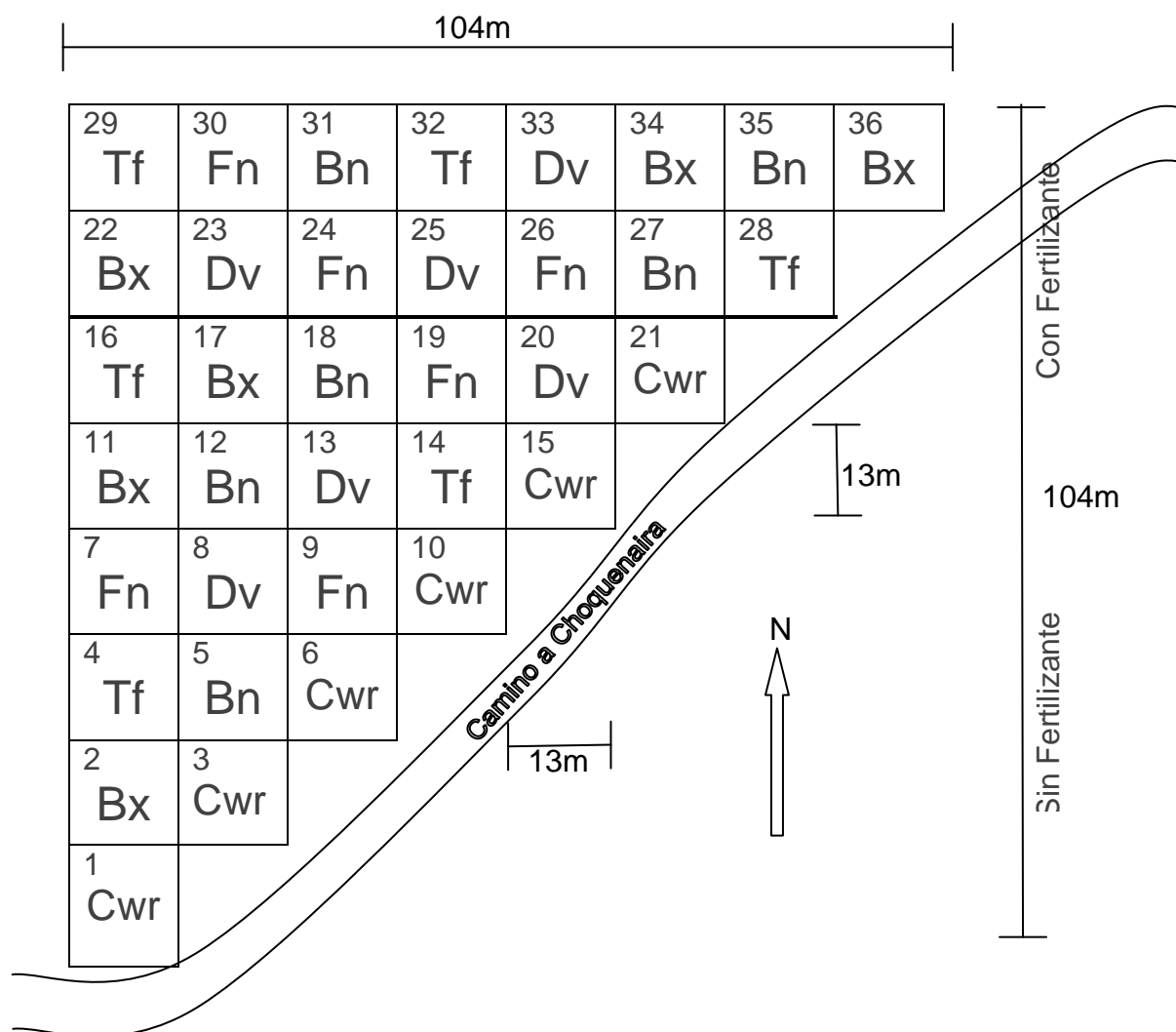
$T_{10} = a_2 b_5 =$ Con fertilización: Variedad Tf – 33

4.2.3 Características del área experimental

- Largo del experimento	104 m
- Ancho del experimento	104 m
- Área total del experimento	5408 m ²
- Largo de la unidad experimental	13 m
- Ancho de la unidad experimental	13 m
- Área de la unidad experimental	169 m ²
- Número de unidades experimentales	30
- Número de repeticiones	3

4.2.4 Croquis del experimento.

Bariana - Bn
 Barolex - Bx
 Dovey - Dv
 Fawn - Fn
 Tf-33 - Tf



4.2.5 Análisis estadístico

Los niveles de fósforo diamónico (0 y 5 kg/UE) y las variedades (Bariana, Barolex, Dovey, Fawn y Tf-33) se analizaron en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones en un arreglo factorial 2 x 5, (Calzada 1970 y Cristensen 2007).

4.2.6 Modelo lineal aditivo

El modelo lineal aditivo es la siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = media general.

α = Efecto del i-esimo nivel de fertilización.

β = Efecto del j-esimo variedades de festuca alta.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción del i-esimo nivel de fertilización con el j-esimo variedades de festuca. Interacción nivel de fertilización por Variedades de festuca alta.

ϵ_{ijk} = Error experimental.

4.2.7 Procedimiento experimental en campo

4.2.7.1 Toma de muestra del suelo

Se procedió a tomar muestras del suelo tal cual sugiere Chilon (1996), una vez tomadas las muestras, inmediatamente se llevó a los laboratorios de la facultad de Agronomía y CIN-VIACHA, para la evaluación del estatus de la fertilidad del suelo, luego de interpretar se determinó la dosis requerida del fertilizante químico.

4.2.7.2 Preparación de parcelas experimentales

La preparación del suelo, consistió en la remoción del suelo con arado de disco a una profundidad de 30 cm y luego el mullido se la hizo con la rastra. Una vez nivelado el suelo se procedió a delimitar las unidades experimentales con estacas y lienzo, a una distancia de 13 metros de largo y 13 metros de ancho, haciendo un total de 169m² por unidad experimental.

4.2.7.3 Fertilización

Una vez preparada el suelo de acuerdo al estatus del suelo y a los requerimientos del cultivo, se procedió a la incorporación del fertilizante (fosfato diamónico), a razón de 4 kg por Unidad experimental (Chilon 1997).

4.2.7.4 Siembra

Posteriormente se realizo la siembra del pasto al voleo con una pequeña sembradora manual a una densidad de 600g de semilla por UE, posterior a la siembra se procedió a rastrillar para tapar la semilla con la tierra.

4.2.7.5 Labores culturales

A los dos meses de la siembra se ha desmalezado manualmente, con la ayuda de un desmalezador manual. Las principales malezas que invadieron el cultivo fueron; reloj reloj (*Erodium sicutarum*), muni muni (*Bidens pilosa*) y ñustaza (*brassica sp.*).

4.3 Variables de respuesta

4.3.1 Variables agronómicas evaluadas

Todas las evaluaciones agronómicas han sido realizadas, en base a las recomendaciones sugeridas por Meneses (2000).

4.3.2 Emergencia.

Se cuantifico el número de las plantas emergidas en cada unidad experimental, relacionado con el número total de semillas viables sembradas. Los resultados se han expresado en porcentaje. Haciendo diez muestreo por cada unidad experimental, usando un marco de 0.04 m² (0.2 * 0.2 m).

4.3.3 Altura de la planta.

La lectura de altura de planta se la realizó en diez plantas identificadas al azar por cada una unidad experimental. La altura se ha medido en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirar y sin considerar la inflorescencia.

4.3.4 Cobertura.

Se ha cuantificado la superficie cubierta por la pastura cultivada. Registrándose los valores en porcentaje. Para medir la cobertura

se utilizando un marco de 1 m² cuadrado en cuadrados de 0.2 * 0.2 m. La cobertura se estimó subjetivamente según la proporción aparente que el pasto cubre cada área de la retícula de 0.2 * 0.2 m.

4.3.5 Numero de macollos

Se determinó por conteo en el momento de la cosecha, para los cuales se han extraído 10 plantas al azar desde la raíz por cada unidad experimental, y se contó el número de macollos por planta y el promedio se ha expresado en número de macollos por planta.

4.3.6 Rendimiento en materia seca

Antes de realizar el corte de evaluación para el rendimiento en materia seca, se determinó el momento oportuno de corte considerando como indicador al inicio de emisión de los tallos florales y amarillamiento de las hojas basales. Para la expresión del rendimiento en materia seca se determinó previamente el porcentaje de materia verde. Para ello se ha tomado, como mínimo, 200 gramos de la muestra de forraje verde. Esta muestra se ha dejado secar en el horno a una temperatura de 105 °C, durante 48 horas.

4.4 Análisis económico

El análisis económico de producción se realizó, utilizando el método de análisis de presupuesto parcial y marginal, sobre la base del método de evaluación económica, propuesto por: el programa de Economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMYT (1988), para cada tratamiento de las variedades de festuca en estudio.

El análisis económico se efectuó para identificar que especies son benéficas para el agricultor ganadero, los datos de costos de producción fueron calculados para una hectárea.

La estimación y ajuste de rendimiento de los pastos en promedio por tratamiento han sido ajustados al 10%, para que se asemeje, las pérdidas ocasionadas durante el corte y transporte. El beneficio bruto se estimó por el precio de 0.82 bs/kg de pasto seco los cálculos de análisis económico fueron realizados mediante las siguientes fórmulas.

4.4.1 Beneficio bruto

$$BB = R * P$$

Donde:

BB = Beneficio bruto.

R = Rendimiento promedio por tratamiento

P = Precio de pasto ajustado

4.4.2 Beneficio Neto

$$BN = BB - TC$$

Donde:

BN = Beneficio neto

BB = Beneficio bruto

TC = Total costos de producción que varía en cada tratamiento.

4.4.3 Relación beneficio/costo

la relación beneficio / costo está representada por la relación

$$B/C = \frac{IB}{CP}$$

Donde:

B/C = Relación beneficio costo

IB = Ingreso bruto

CP = Costo de producción

El análisis de la relación B/C, toma valores mayores o menores a 1, lo que implica que:

- B/C < 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el cultivo no es rentable.
- B/C = 1 implica que los ingresos son iguales que los egresos, por lo tanto los ingresos logran a cubrir solo los costos de producción y el cultivo tampoco es rentable.
- B/C > 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, por lo tanto el cultivo es rentable.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Respuestas agronómicas

5.1.1 Emergencia.

Durante el desarrollo del cultivo se ha cuantificado el número de las plantas emergidas por cada unidad experimental siendo los resultados expresados en porcentaje, es así como se observa en el cuadro 5, los resultados de un análisis de varianza para un promedio de porcentaje de emergencia de las variedades de festuca en estudio.

De acuerdo al análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (cuadro 5) determina que no existen diferencias estadísticas entre los niveles de fertilización y entre las variedades al 5 por ciento de probabilidad.

El porcentaje de emergencia se ve muy variable (CV de 22,56%) debido a que en la fase de la germinación de las semillas, la humedad del suelo fue insuficiente debido a la escasa precipitación pluvial (anexos 1).

A los 77 días de la siembra emergieron un promedio de 30,73 plantas por 100 unidades de semilla, debido a las bajas precipitaciones que se presentó en la fase de germinación de la semilla.

Al respecto Saravia (1995) menciona que desde punto de vista de siembra, tomando como referencia, se requiere más de 55 mm de precipitación para tener humedad adecuada en el suelo. Además Otero (2004), menciona que, la primera condición para la

germinación de una semilla viable es la disponibilidad de agua para su rehidratación y el crecimiento del embrión.

Por otro lado Scheneiter (2004) indica, que en los años secos el efecto de los fertilizantes es relativamente bajo en la emergencia, debido a su baja sensibilidad al déficit hídrico.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC	Pr	
Fertilización	1	190.00	190.00	3.51	0.075	ns
Variedades	4	102.78	25.69	0.47	0,753	ns
Fert x Variedad	4	400.99	100.24	1.85	0,158	ns
Error	20	1082.12	54.10			
Total	29	1775.90				

Coeficiente de variación = 22,56 Media= 30,73

En el gráfico 4 se observa el efecto del fertilizante sobre las variedades de festuca alta y también se puede apreciar que existen diferencias entre los promedios de porcentaje de emergencias entre las variedades en estudio.

Los resultados presentados en el gráfico 4 se puede observar que con la aplicación de fertilizante se ha obtenido una emergencia media de 33.66% que es superior a 27,80 % de plantas emergidas sin fertilización. Por otro lado la variedad Bariana (Tratamiento a_2b_1) ha tenido una buena respuesta a la fertilización con una media de 35,46% de emergencia, la variedad Dovey (Tratamiento a_2b_3) no tuvo buena respuesta a la fertilización con una media de 23,77%. Sin la fertilización la

variedad Tf-33 (tratamiento a_1b_5) fue superior en un 10,25 % porcentaje en plantas emergidas con respecto a la variedad Barolex (tratamiento a_1b_2).

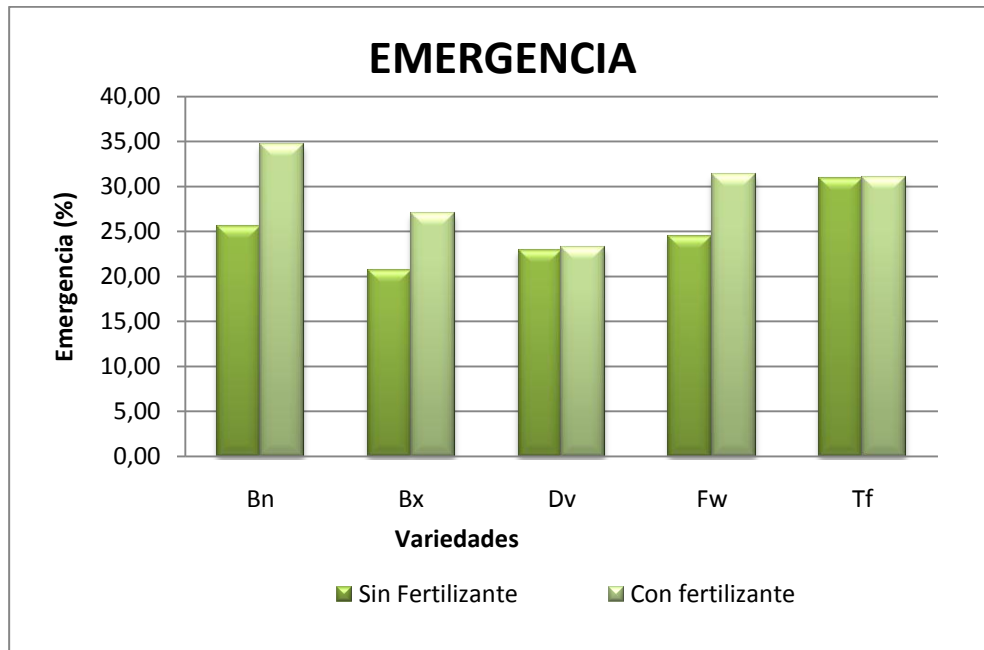


Grafico 4. Porcentaje de emergencia de las variedades de festuca alta.

5.1.2 Crecimiento vegetativo de la planta.

En el gráfico 5 se muestra el crecimiento vegetativo de las variedades de festuca, bajo las condiciones ecológicas de la zona. Los datos de altura fueron registradas cada 10 días.

En el gráfico 5 se puede observar la curva de crecimiento vegetativo de las plantas por tratamientos. A los 40 días después de la emergencia el crecimiento de las plantas de las cinco variedades en estudio fueron homogéneas, a partir de la sexta semana la variedad Dovey (tratamiento a_2b_3) bajo fertilización, supera en crecimiento a los demás Tratamientos, seguido por el tratamiento a_2b_4 . Al respecto Rutherglen (2006) menciona a que

la variedad Dovey tiene un hábito de crecimiento vertical frondoso excepcional.

Además se observa que a los 90 días de la emergencia, el tratamiento a_2b_3 (Dovey con fertilización) es superior al tratamiento a_1b_3 (Dovey sin fertilización), esta diferencia de altura de crecimiento se observa hasta el final del experimento. El tratamiento a_2b_4 (Fawn con fertilizante) es inferior con respecto al tratamiento a_1b_3 .

Los demás tratamientos con respecto a los tres tratamientos anteriores fueron homogéneos.

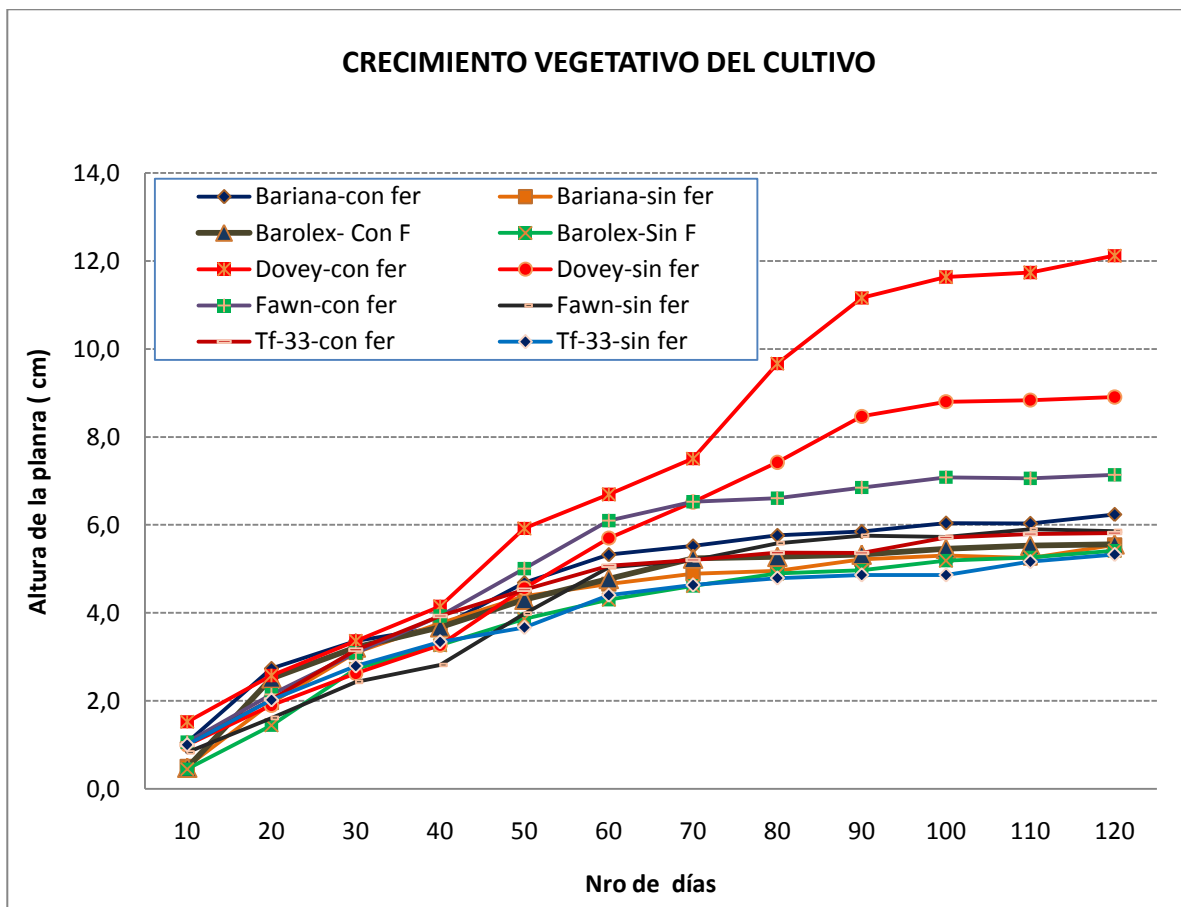


Gráfico 5. Crecimiento vegetativo de las variedades de festuca en estudio.

5.1.3 Altura de las planta.

De acuerdo al análisis de varianza para la altura de las plantas, existen diferencias altamente significativas para el nivel de fertilización y las variedades, para la interacción del nivel de fertilización por variedades de festuca es significativo a una probabilidad del 5 %, con una media de 6,79 cm (cuadro 6).

El coeficiente de variación para el análisis de varianza de altura de las plantas de 9,08 % expresa una confiabilidad de los datos obtenidos en campo.

Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de la planta.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr	
Fertilización	1	10.161	10.161	26.69	<.0001	**
Variedades	4	107.666	26.916	70.69	<.0001	**
Fert x Variedad	4	8.892	2.223	5.84	0.0028	*
Error	20	7.615	0.380			
Total	29	134.335				

Coeficiente de variación = 9,08% Media= 6,79 cm

La prueba de rango múltiple de Duncan para la altura de las plantas bajo niveles de fertilización (cuadro 7), a un nivel del 0,05 de significancia indica que existen diferencias significativas entre los niveles de fertilización. Con la fertilización las plantas ha alcanzado una altura media de 7.37 cm, superando en 1.16 cm, a las variedades sin fertilizar

Las diferencias existentes entre las alturas de las plantas con niveles de fertilización se atribuyen al efecto del fertilizante sobre las variedades y las condiciones ecológicas de la zona.

Al respecto Migliorini (1984), recomienda hacer un buen programa de fertilización basado en estatus del suelo. Además menciona que una buena fertilización es fundamental para la nutrición de las plantas ya que contribuye al crecimiento y expansión de la masa foliar.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para la altura de la planta de fertilización

Fertilización	Altura de las plantas	Prueba de Duncan (0,05)
Con fertilización	7.37	a
Sin fertilización	6.21	b

La prueba de Duncan revela que existen diferencias significativas al nivel del 5% de incertidumbre entre las variedades en altura, obteniendo una media mayor de 10.51 cm en favor a la variedad Dovey. El valor de 5.48 cm de altura corresponde a la variedad Barolex, siendo un valor inferior de todas las demás variedades. Entre las variedades Fawn y Bariana en altura no existen diferencias. Entre las variedades Bariana Tf-33 y Barolex no existen diferencias, siendo sus valores inferiores a las demás variedades (cuadro 8).

Las diferencias existentes entre las variedades se atribuyen a las características varietales expresadas de acuerdo a las

condiciones ecológicas en la zona, es así que la variedad Dovey tuvo un buen desarrollo foliar que las demás variedades (cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba de Duncan para la altura de la planta de las variedades

Variedades	Altura de la planta	Prueba de Duncan (0,05)
Dovey	10.51	a
Fawn	6.50	b
Bariana	5.89	b c
Tf-33	5.57	c
Barolex	5.48	c

En el gráfico 6, se muestra el comportamiento fisiológico de las cinco variedades de festuca alta bajo condiciones ecológicas de la zona, donde se observa que las variedades de festuca tuvieron una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada.

La variedad Dovey con fertilización (tratamiento a_2b_3) se muestra muy superior con una media de 12,12 cm en altura. Por otra parte el tratamiento a_1b_3 (Dovey sin fertilización) alcanzó una altura media de 8,91 cm y mientras las demás variedades se ven casi similares entre sí, con respecto a la altura de su crecimiento.

Las variedades estudiadas presentan diferencias en cuanto a la tasa de crecimiento foliar, estos resultados atribuyen a sus características varietales de cada una de ellas expresadas de acuerdo a las condiciones ecológicas adversas de la zona.

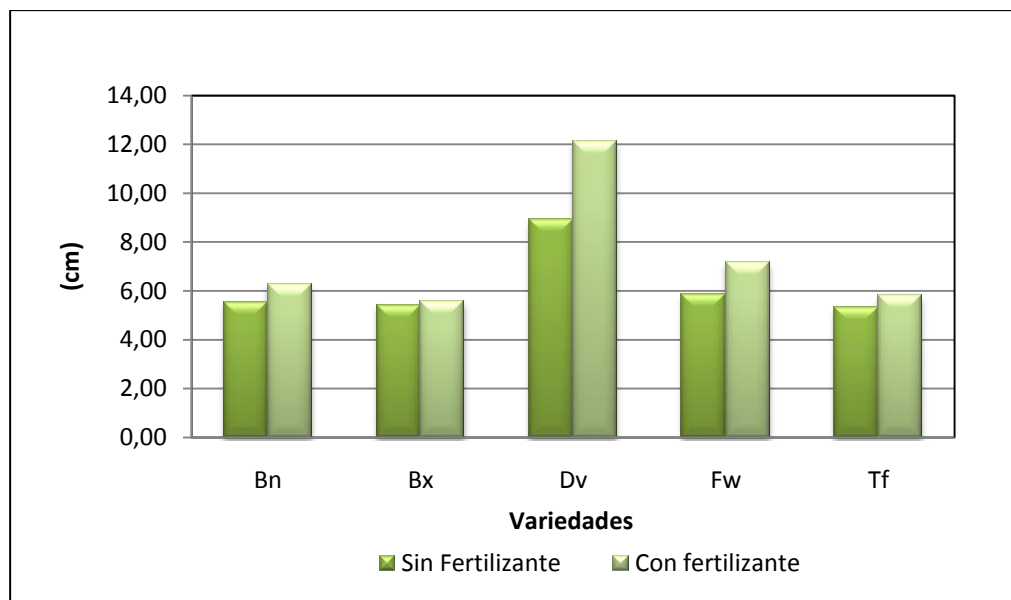


Gráfico 6. Altura crecimiento de las variedades de festuca alta

De acuerdo al análisis de varianza de efectos simples para la altura de las planta a un nivel de 5% de error (cuadro 9), existe diferencias altamente significativas para todas las interacciones, ocurre que los efectos de los tratamientos del factor B (variedad) fueron modificados por los tratamientos del factor A (fertilizante), lo que muestra una clara dependencia entre los factores en estudio, es decir, la altura de crecimiento de las plantas depende de la fertilización.

Cuadro 9. Análisis de varianza de efectos simples para altura de las plantas.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	Fc	Ft (0.05)	
Bariana	9,33	4	2,33	6,12	2,87	**
Barolex	8,02	4	2,00	5,27	2,87	**
Dovey	31,20	4	7,80	20,48	2,87	**
Tf-33	11,53	4	2,88	7,58	2,87	**
Fawn	8,31	4	2,07	5,45	2,87	**
Error	7,61	20	0,38			

En el gráfico 7 se puede apreciar el comportamiento de los niveles del factor variedad que cambia significativamente cuando cambia el nivel del factor fertilizante. La variedad Dovey es la que obtuvo una buena respuesta a la fertilización, alcanzando una altura media de 12cm, siendo superior en 3,21 cm con respecto al nivel de fertilización cero. Las demás variedades no tuvieron una buena respuesta a la fertilización.

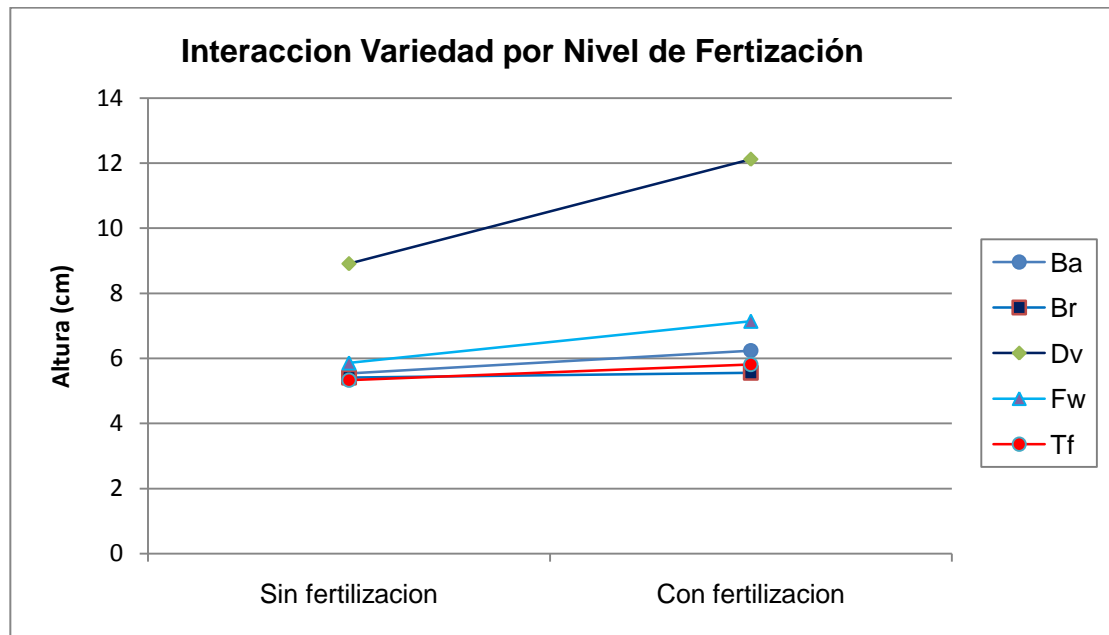


Gráfico 7. Interacciones de factores de fertilizantes por variedades

5.1.4 Cobertura

En el cuadro 10 se muestra el análisis de varianza para el carácter cobertura, donde se muestra las diferencias significativas entre los promedio de porcentajes de cobertura entre las variedades. Con respecto al nivel de fertilización no existen diferencias significativas entre los niveles de fertilización.

El 17,75% es el coeficiente de variación para la cobertura de las plantas, demuestra la confiabilidad del trabajo para la cobertura de las plantas expresadas en promedios de porcentaje, con una media de 28,91 por ciento de cobertura.

Se ha observado que las hojas de las plantas cubren el suelo debido que la festuca alta tiene un hábito de crecimiento cespitoso de matas densas y altas que van cubriendo el suelo como se muestra en la fotografía 4 del anexo 4. Al respecto Delgadillo (2000) menciona que la cobertura describe y cuantifica la superficie cubierta por la pastura cultivada.

Cuadro 10. Análisis de varianza para porcentaje de cobertura de las variedades de festuca alta.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr	
Fertilización	1	5.20	75.20	2.85	0.106	ns
Variedades	4	424.52	106.13	4.02	0.014	*
Fert x Variedad	4	21.77	5.44	0.21	0.931	ns
Error	20	527.54	26.37			
Total	29	1049.04				

Coeficiente de variación = 17,76% Media= 28,91 %

En el cuadro 11 muestra el análisis del porcentaje de cobertura entre variedades, mediante la prueba de Rango Múltiple de Duncan al nivel del 0,05 de confiabilidad, se puede apreciar tres grupos de medias.

Al primer grupo corresponden las variedades Dovey con una media de 34% siendo superior a Fawn por una diferencia de 2% y

Barolex llega a ser inferior en este grupo con una media de un 28.22%.

En el segundo grupo están las variedades Fawn con una media de 32.07 % de cobertura y Barolex es menor por una diferencia del 3,85% con respecto a Fawn.

Finalmente el último grupo están compuesto por las variedades Barolex, Bariana y Tf-33 con una media del 23.4% siendo este valor promedio la más baja de entre todas las variedades.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para promedios de porcentaje de cobertura para las variedades de festuca alta.

Variedad	Cobertura (%)	Prueba de Duncan (0,05)
Dovey	34.00	a
Fawn	32.06	a b
Barolex	28.21	a b c
Bariana	26.90	b c
Tf-33	23.40	c

El gráfico 8, se muestra una apreciación general del comportamiento de cada uno de los tratamientos en estudio, donde, la variedad Dovey obtuvo un valor de 35,02 y 32,97 (tratamiento a_2b_3 y a_1b_3 respectivamente) que es superior en promedio de porcentaje de cobertura frente a todas variedades de festuca alta. Estas diferencias se atribuyen a las características varietales de cada variedad en estudio, en las condiciones ecológicas adversas de la zona.

Al respecto Burnett (2006), sostiene que la variedad Dovey es una especie excepcional por su crecimiento frondoso y establecimiento rápido, lo cual nos conduce a pensar la cobertura es mayor por sus características varietales en relación a las demás variedades en estudio.

Además se puede observar que el nivel de fertilización no tuvo una respuesta positiva en el desarrollo de la masa foliar. Al respecto Landry (2004) menciona que la festuca alta tolera niveles bajos de fertilidad del suelo.

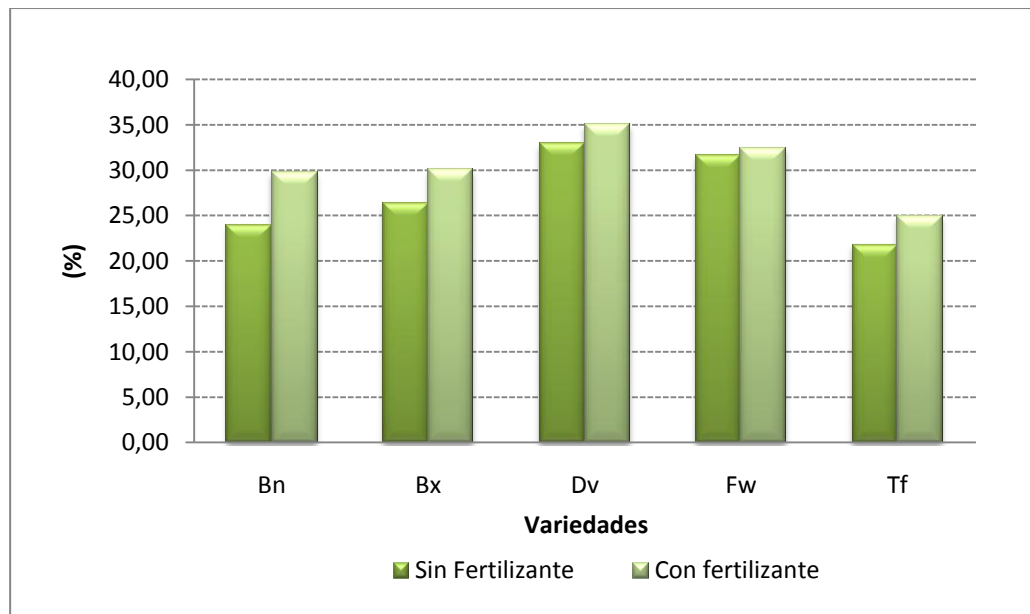


Gráfico 8. Porcentaje de cobertura de las variedades de festuca alta.

5.1.5 Macollamiento

El análisis de varianza para en número de macollos por planta, muestra diferencias significativas para el promedio de los tratamientos de las variedades de festuca alta, y para los niveles de fertilización las diferencias entre los promedio de los

tratamientos no son significativas, a un nivel del 0,05 de significancia (cuadro 12).

El coeficiente de variación para análisis de varianza para el promedio de número de macollos por planta es de 23,43 %, en donde expresa la confiabilidad de los datos obtenidos en el campo, con una media de 17,20 macollos por plantas.

Cuadro 12. Análisis de varianza para promedio de número de macollos por planta de las variedades de festuca alta.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr	
Fertilización	1	3.3333	3.3333	0.21	0.6555	ns
Variedades	4	251.8833	62.9708	3.88	0.0173	*
Fert x Variedad	4	31.5833	7.8958	0.49	0.7459	ns
Error	20	325.0000	16.2500			
Total	29	611.800				

Coeficiente de variación = 23,43% Media= 17,20 macollos/planta

La prueba de Rango Múltiple de Duncan al nivel de 5% de error (cuadro 13), corrobora las diferencias encontradas en el análisis de varianza, donde las variedades en estudio presentan diferencias significativas para promedios de número de macollos por planta entre las variedades.

En donde el promedio de 20.83 macollos por planta corresponde a la variedad Bariana que es superior en relación a las demás variedades. La variedad Tf-33 registra una media menor de entre todas las variedades en estudio con 13.58 macollos por planta.

De igual manera se observa en el cuadro 12 a las variedades Fawn y Dovey, que estadísticamente son iguales con valores de 20.417 y 15.833 respectivamente, para el número de macollos por planta.

Entre las variedades Fawn, Dovey y Barolex, estadísticamente las medias del número de macollos por planta no existen diferencias entre sí.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para promedio de número de macollos por planta para variedades de festuca alta

Variedades	Número de macollos por planta	Prueba de Duncan (0,05)
Bariana	20.833	a
Fawn	20.417	a b
Dovey	15.833	b c
Barolex	15.333	c
Tf-33	13.583	c

En el gráfico 9, muestra el análisis individual de cada uno de los tratamientos en estudio, en donde se observa que entre las variedades no tuvieron una respuesta positiva a la fertilización; mientras entre las variedades Bariana y Fawn tuvieron mayor número de macollos (con o sin fertilización), siendo el tratamiento a_2b_1 (Bariana bajo fertilización) obtuvo una media de 22,67 macollos por planta, seguido por el tratamiento a_1b_4 (Fawn sin fertilización) con una media de 21,50 macollos por planta.

Mientras que las variedades Barolex, Dovey y a Tf-33 tienen menor número de macollos, con respecto a las variedades Bariana y Fawn. También se puede observar que el fertilizante utilizado en

el experimento no tuvo buenos efectos sobre el macollamiento del cultivo debido a las bajas precipitaciones durante la fase del macollamiento como se puede observar en el gráfico 9.

Según Ballesteros (2006), el macollamiento permanente de estas gramíneas podría constituir un factor positivo para establecer principios de sostenibilidad ecológica de los recursos naturales si se considerarán normas estrictas del manejo de la pradera mediante el pastoreo controlado o el enclaustramiento de áreas de reserva y regeneración vegetativa.

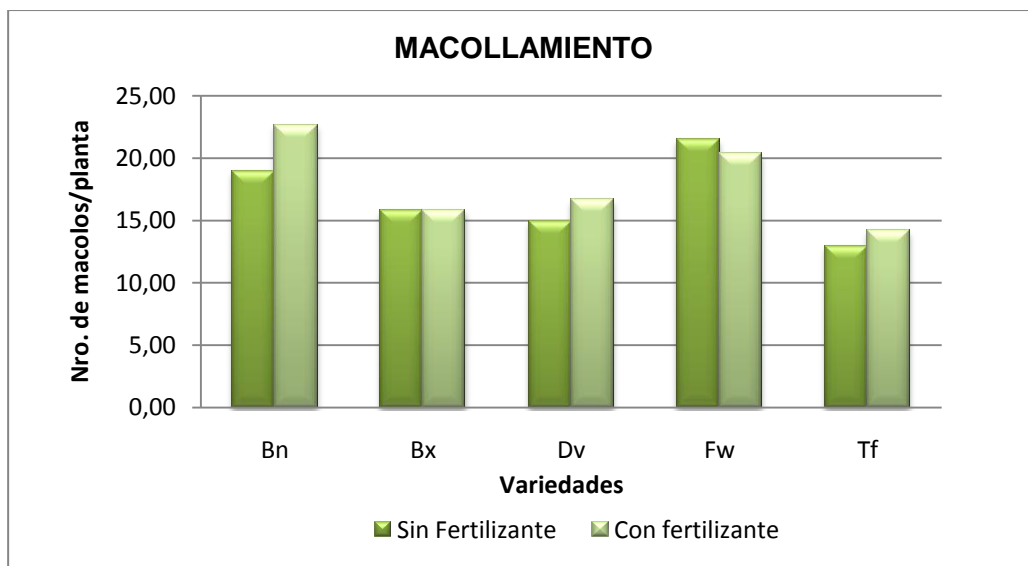


Gráfico 9. Numero de macollos por planta de las variedades de festuca alta.

Además se observó un número relativamente heterogéneo en relación al número de macollos por planta, en coincidencia con condiciones climáticas no favorables para el macollaje, Jones *et al.* (1989) indica que, las características térmicas durante el período vegetativo resultarían adecuadas para el macollaje, lo que justificaría el menor número de macollos alcanzado por las variedades de festuca.

5.1.6 Rendimiento en materia seca

El coeficiente de variación para análisis de varianza para el rendimiento de materia seca de 23.9% expresa la confiabilidad del trabajo, con una media de 1,42 tm/ha (cuadro 14).

Según Bernal, (1988), la producción de materia seca total, se observa muy variable (CV de 29 %), debido a que el cultivo fue sujeto a fuertes variaciones climáticas.

De acuerdo al análisis de varianza para el promedio de los rendimientos de la materia seca no presentan diferencias significativas entre los niveles de fertilización; mientras que para las variedades existen diferencias significativas entre los promedios de rendimiento en materia seca un nivel del 5% de error.

Cuadro 14. Análisis de varianza para promedio de rendimiento de materia seca de las variedades de festuca alta.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	FC	Pr	
Fertilización	1	0.01776333	0.01776333	0.15	0.6992	ns
Variedades	4	6.25528667	1.56382167	13.53	<.0001	**
Fert x Variedad	4	0.82188667	0.20547167	1.78	0.1729	ns
Error	20	2.31140000	0.11557000			
Total	29	9.40633667				

Coeficiente de variación = 23,90% Media= 1,42 tm/ha

La prueba de Rango múltiple de Duncan al nivel 0,05 significancia, corrobora las diferencias encontradas en el análisis de varianza entre las variedades, donde la media de los

rendimientos 2,32 tn/ha corresponde a la variedad Dovey, que es muy superior a las otras variedades en estudio. Los rendimientos promedios que corresponden a las variedades Fawn, Bariana, Barolex y Tf-33, estadísticamente no presentan diferencias significativas entre las variedades (Cuadro 15).

Las diferencias existentes entre las variedades atribuyen a las características varietales expresadas de acuerdo a las condiciones ecológicas de la zona.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para rendimiento en materia seca de las variedades de la festuca alta.

Variedades	Rendimiento (tn/ha)	Prueba de Duncan (0,05)
Dovey	2.3283	a
Fawn	1.2617	b
Bariana	1.2250	b
Barolex	1.2067	b
Tf-33	1.0900	b

En el gráfico 10 se aprecia a la variedad Dovey superior en rendimiento, en materia seca frente a las demás variedades en estudio, además se puede apreciar que la fertilización no tuvo efectos positivos en la producción de la biomasa vegetal,

El tratamiento a_1a_3 (Dovey con fertilización) es escasamente superior por 0.13 cm al tratamiento a_2b_3 (Dovey sin fertilización). Lo que significa esta variedad ha expresado todo su potencial genético.

Al respecto Barrientos (2006), menciona su amplia adaptabilidad a diferentes climas y por la buena tolerancia a las variaciones térmicas, a la sequia pueden producir biomásas sin mayores dificultades, y además es una de las especies más difundidas y utilizadas en explotación de pasturas en valles como en el altiplano.

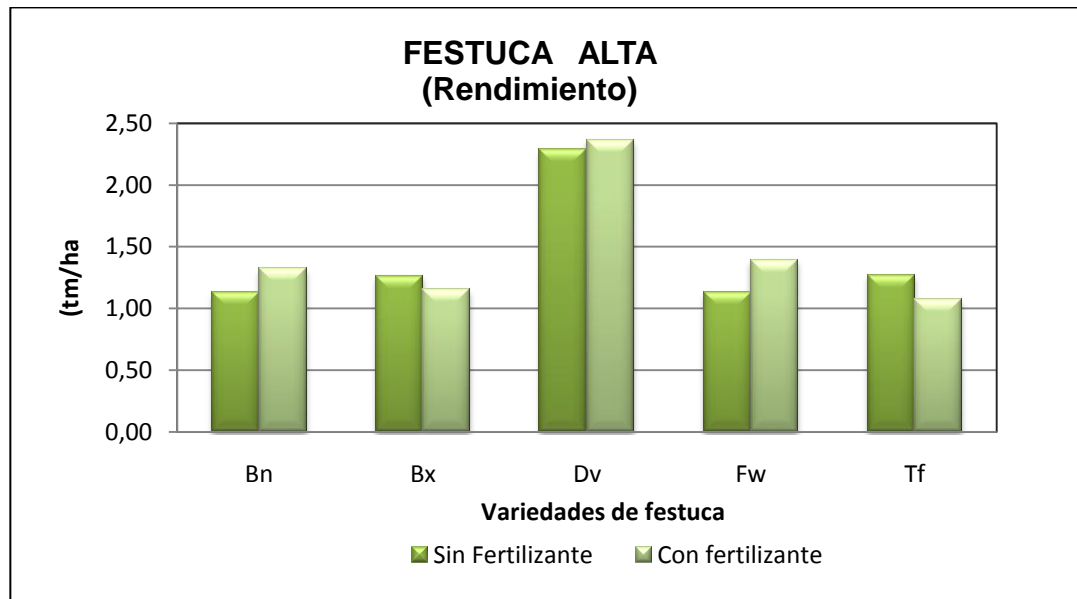


Gráfico 10. Rendimiento en materia seca de las variedades de festuca alta.

5.2 Análisis económico

El análisis económico se lo realizo con el fin de dar información válida al productor acerca de su rentabilidad, pero este análisis fue tomando en cuenta la perspectiva del agricultor , ya que los resultados obtenidos de una parcela pequeña generalmente son sobre estimados, por ello fue necesario realizar un ajuste de los mismos.

Los cálculos fueron realizados primero para la superficie del experimento y posteriormente proyectados a la superficie de una hectárea.

5.2.1 Cálculo de ingresos

Para el cálculo de los ingresos (cuadro 16) se tomó en cuenta la producción alcanzada de cada tratamiento menos un ciento porcentajes que en este caso es el 10 %, lo cual refleja la diferencia entre el rendimiento experimental y el rendimiento que se obtiene a nivel agricultor.

Este rendimiento debe ser multiplicado por el precio del producto para obtener el beneficio bruto (cuadro 16) según los precios estimados en la zona.

Es de notar que el tratamiento a_2b_3 (Variedad Dovey con fertilización) alcanzó el beneficio bruto de 1701,60 Bs/ha siendo superior a los demás tratamientos.

Los valores de beneficio bruto de campo para las variedades sin fertilización fueron inferiores con respecto a las variedades con fertilización, tal como se aprecia en el cuadro 16.

En el cuadro 17, se puede observar que los costos parciales de producción para los tratamientos sin fertilización son menores a razón de 199,20 bs/ha, con relación a los tratamientos bajo fertilización.

5.2.2 Calculo de beneficio neto.

La parte más importante de la investigación es obtener mayores el beneficios, ya que nos proporciona la información para poder hacer las recomendaciones válidas al agricultor, y se resume como el beneficio bruto menos el total de costos de producción.

El cuadro 18 se aprecia puede los valores de los cálculos son negativos en donde nos indica la no existencia ingresos económicos en el primer año de producción de forraje. Burnett (2006) menciona que la festuca es de establecimiento lento, tarda más tiempo en instalarse y colonizar la superficie del terreno. Por lo tanto la festuca toma un año o más para alcanzar su potencial productivo (Barenbrug 2005).

Tosi (2000), menciona que los costos tienen una relación directa con los rendimientos del cultivo, (a mayor producción los costos unitarios disminuyen) debido a la dilución del costo de implantación y labores culturales.

Cuadro 16. Cálculo de beneficio bruto

Detalle	Unidad	Tratamiento									
		a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₁ b ₄	a ₁ b ₅	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₅
Rendimiento medio	tm/ha	1,13	1,26	2,29	1,13	0,73	1,32	1,15	2,36	1,39	0,76
Ajuste	%	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Rendimiento ajustado	tm/ha	1,01	1,14	2,06	1,01	0,66	1,19	1,04	2,13	1,25	0,68
Precio de campo	Bs/tm	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Beneficio bruto de campo	Bs/ha	810,30	909,00	1647,30	811,80	524,40	949,20	829,50	1701,60	1002,00	544,20

Cuadro 17. Cálculo de Costos Parciales de producción.

Detalle	Unidad	Tratamiento									
		a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₁ b ₄	a ₁ b ₅	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₅
Precio de la semilla	Bs/kg	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Cantidad usada	kg/ha	38,90	38,90	38,90	38,90	38,90	38,90	38,90	38,90	38,90	38,90
Costo de la semilla	Bs/ha	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50	1750,50
Precio de mano de obra	Bs/día	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Mano de obra para la siembra	días/h a	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Costo de mano de obra para la siembra	Bs/ha	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Precio del fertilizante	Bs/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Cantidad usada	kg/ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Costo del fertilizante	Bs/ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	139,50	139,50	139,50	139,50	139,50
Precio de mano de obra	Bs/día		0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Mano de obra para fertilizar	días/h a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Costo de mano de obra para fertilizar	Bs/ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Total de los costos que varían TC	Bs/ha	1840,50	1840,50	1840,50	1840,50	1840,50	2040,00	2040,00	2040,00	2040,00	2040,00

Cuadro 18. Cálculo de Beneficio neto

Detalle	Unidad	Tratamiento									
		a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₁ b ₄	a ₁ b ₅	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₅
Beneficio bruto de campo	Bs/ha	810,30	909,00	1647,30	811,80	524,40	949,20	829,50	1701,60	1002,00	544,20
Total de los costos que varían	Bs/ha	1840,50	1840,50	1840,50	1840,50	1840,50	2040,00	2040,00	2040,00	2040,00	2040,00
Beneficios netos	Bs/ha	1030,20	-931,50	-193,20	1028,70	1316,10	1090,80	1210,50	-338,40	1038,00	1495,80

Cuadro 19. Cálculo de relación Beneficio Costo

Detalle	Unidad	Tratamientos									
		a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₁ b ₄	a ₁ b ₅	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₂ b ₄	a ₂ b ₅
Beneficios netos	Bs/ha	1030,20	-931,50	-193,20	1028,70	1316,10	1090,80	1210,50	-338,40	1038,00	1495,80
Total de los costos que varían	Bs/ha	1840,50	1840,50	1840,50	1840,50	1840,50	2040,00	2040,00	2040,00	2040,00	2040,00
Relación Beneficio Costo		-0,56	-0,51	-0,10	-0,56	-0,72	-0,53	-0,59	-0,17	-0,51	-0,73

6 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones.

1. El establecimiento de las variedades de festuca alta en la región es de suma importancia por su aporte a la alimentación y nutrición del ganado.
2. Letanías es una región natural con las características ecológicas adversas con las condiciones climáticas de precipitación pluvial, temperatura ambiental, humedad relativa en promedio, fueron poco favorables para el cultivo de festuca alta, durante el periodo del desarrollo vegetativo de la planta, en particular en la fase germinativa de la semilla.
3. La fertilización con fosfato diamónico no ha reflejado un efecto significativo en la emergencia, cobertura, macollamiento y en la producción de la biomasa foliar.
4. En cuanto al establecimiento de estas variedades forrajeras se ha podido observar un establecimiento razonable, bajo estas condiciones edafoclimáticas de la zona.
5. La variedad Dovey, es la que ha obtenido los mejores rendimientos de biomasa vegetal, con un promedio de 2.3 tm/ha. de materia seca, en relación a las demás variedades (Bariana, Barolex, Fawn y Tf-33). La variedad Dovey ha tenido una buena cobertura del suelo, superando en un 34% a las otras variedades.

6. La variedad Bariana se destaca como uno de los mejores macolladoras de entre las cinco variedades estudiadas, esta variedad con el tiempo puede cubrir superficies extensas sin la necesidad de sembrar.
7. En las unidades experimentales de festuca alta, se observó un césped sano, libre de enfermedades y problemas de parásitos, además se ha observado a insectos junto a la planta, pero éstas comúnmente no han causado daño a la festuca.
8. Las ventajas que presentan estas prácticas son: beneficios económicos para el productor, eficiencia en el uso del suelo, utilización conjunta por parte del cultivo y menores riesgos de erosión del suelo. Por otra parte, las desventajas están dadas por un mayor riesgo en fase del establecimiento de las especies integrantes de la pastura en función de las condiciones climáticas y menor producción de forraje inicial, entre otros aspectos.

7 RECOMENDACIONES

De acuerdo a las experiencias obtenidas durante el trabajo en campo se tienen las siguientes recomendaciones:

1. De acuerdo a los resultados encontrados en la fase de emergencia, para tener un mayor porcentaje de germinación se recomienda hacer las siembras a principios de época de lluvia, tomando en cuenta los datos históricos climatológicos de la región en donde se llevará a cabo el ensayo.
2. Con relación a los resultados obtenidos bajo fertilización correctiva, se sugiere realizar ensayos con niveles de fertilización orgánica bajo un sistema de riego, para tener resultados óptimos.
3. Se sugiere realizar pruebas de palatabilidad y valor nutricional bajo estas condiciones, ya que a las alpacas les encanta estas especies forrajeras en estado verde.
4. Se propone realizar difusiones educativas con criterios productivos propios de la actividad pecuaria, basados en hechos y experiencias reales en la producción de forraje nutrición y alimentación de ganado.
5. Formar profesionales especializados en la producción y manejo de forrajes ya que es una necesidad para encarar los problemas de la disponibilidad de forraje en nuestras comunidades.

8 BIBLIOGRAFIA

- ALCÁZAR, J. 1997. Bases para la Alimentación Animal y la Formulación Manual de Raciones. "GENISIS" Producciones Gráficas. La Paz Bolivia. p. 70.
- ALJOE, H. 1999. La Festuca es Generalmente un Forraje Preferido. EEUU. (en línea). EEUU. Consultado 29 jul 2006. Disponible en <http://www.noble.org/AG/Forage/TallFescue/index.html>
- BALLESTEROS L. 2006. Ganadería como Fuente Alternativa de Ingresos para el Desarrollo/Agricultura (en línea). Consultado 28 nov 2008. Disponible en <http://esl.proz.com/kudoz.html>
- BARRIENTOS, E. 2006. Forrajes Pratenses del Altiplano. (en línea). Consultado 23 dic 2008. Disponible en <http://postgradoagrouto.com/pdf>.
- BARENBRUG, 2005. Variedades de Festuca Alta del forraje de Barenbrug. (en línea). Consultado 29 jul 2006. Disponible en <http://www.welterseed.com>
- BERNAL, J. 1988. Pastos Tropicales. Producción y Manejo. 1ra. Ed. Colombia. 151 p.
- BERTIN, O. 2005 Jornada a Campo: Avances en producción y manejo de pasturas. E.E.A INTA (en línea). Consultado 12 sep 2008. <http://www.produccionbovina.com>
- BURNETT, V. 2006. Hierbas para la industria láctea del Dryland Fetcua alta: Especies y Cultivares (en línea). Consultado 29

jul 2006. Disponible en <http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/LinkView>

BURKART, A. 1979. Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte II: Gramíneas. La familia botánica de los pastos. Colección Científica del INTA, Tomo VI, II. Buenos Aires. 551 p.

BRUNEAU, A. 2005. Festuca Alta. Publicado por Servicio Cooperativo de Carolina del Norte. Número de publicación: AG-364. (en línea). Consultado 4 jul 2008. Disponible en <http://www.turffiles.ncsu.edu/html>

CÁMARA, J. 1981. Botánica Sistemática de las Espermatofitas. Ed. Besterio Talleres Gráficos S.R.L. Buenos Aires Argentina. p. 21

CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos Para la Investigación. Ed. Agro-ganadera. 3 ed. Lima Perú. p. 286-429

CHARLES, H. 2000, Investigación y Enseñanza de Turfgrass. (en línea). Consultado 25 dic 2008. Disponible en <http://www.noble.org:443/Ag/Forage/Cool.htm>

CHILON, E. 1996. Manual de Prácticas de Edafología. 3ra ed. Pawañani Publicaciones. La Paz Bolivia. p. 13

CHILON, E. 1997. Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas. Ed. CIDAT. La Paz Bolivia. p. 31

- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).1988. La formulación de recomendación a partir de los datos agronómicos (Programa de Economía). México. p. 9-10
- COFRÉ, P. 2005. Forrajeras: Calidad y Costos de Producción. (en línea). Consultado 4 ene 2009. Disponible en <http://www.EXIMEX.cl>
- CRISTENSEN, A. 2007. Forrajes y su Importancia. (entrevista).Instituto Benson La Paz, Bolivia.
- DUBLE, R. 2006. Festuca Alta (en línea). Consultado 29 jul 2006. Disponible en <http://www.fescue.com/info/turfseed/html>
- FERNANDEZ, J. 1992. Guía de Germoplasma de Pastos Nativos Andinos. Programa Interinstitucional de Waru Waru Convenio: PELT/INADE – IC/COTESU. Impreso en producciones CIMA. La Paz Bolivia. p. 60, 63
- FUENTE, V. 2007. El Genero Festuca L. (Poaceae) en la Conservación de la Flora España. Congreso Nacional del Medio ambiente. Comunicación Técnica. Madrid España. p. 3
- GARCIA, M. 2005. Programa Nacional de Cambios Climáticos. Boletín informativo Nro. 2 La Paz Bolivia. p 9
- HANNAWAY, D; Fransen, S. 1999. Festuca Alta. (en línea). Consultado 3 dic 2007. Disponible en <http://www.forrages.css.orst.edu>
- HARTMAN, H. 1986. Propagación de Plantas. Editorial Continental S.A. Sexta Impresión. México. p 146,147

- HENNING, B. 2000. Tall Fescue (en línea). Canadá. Consultado 29 jul 2006. Disponible en <http://www.caf.wvu.edu/~forage/tallfesc>
- INIFAP (Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 1990. Guía de Manejo de Praderas de Gramíneas de Clima Templado en México. Zacateca, México. 15p.
- LANDRY, G. 2004. Gerencia del Césped de la festuca Alta. Universidad de Georgia de Ciencias Agrícolas y Ambientales (en línea). Consultado 29 jul 2006. Disponible en <http://www.caf.wvu.edu/~forage/tallfesc>
- LUCAS, L. 2000. Calendario de Mantenimiento de la Festuca. Alta (en línea). Consultado 12 feb 2009. Disponible en <http://www.turffiles.ncsu.edu/pubs/management/ag367html>
- MEJORPASTO. 2005. Festuca Alta (en línea). Consultado 4 sept 2007. Disponible en <http://www.mejorpasto.comp.ar/index2.php>
- MENESES, R. 2000 Memoria Seminario: Uniformización de Técnicas y Criterios de Investigación. Proyecto Rhizobiología (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV), Centro de investigación en Forrajes “la Violeta”, Empresa de Semillas Forrajeras SEFO-SAM. Cochabamba Bolivia. p. 15-20
- METCALFE, D. 1989. Botánica de las Gramíneas y las Leguminosas. Universidad de Arizona. p. 90-92

- MIGLIORINI, F. 1984. Forrajes. Ed. DE VECCHI SA. Barcelona. p.77-78
- MONTES DE OCA, 1998. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. La Paz-Bolivia p. 366-368
- NOLI, C. 2007. Instalación y Manejo de Pastos Cultivados en la Sierra Central. (pastosandinos_inia@hotmail.com). Perú.
- OTERO, M. 2004. Fisiología de la Semilla. Programa Nacional de Semilla. Bolivia. p 69
- PARDO, M. Y GARCÍA, R. 1984. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España. p. 173-247
- PDLA. 1999. Producción de Forrajes. v.1. Programa de desarrollo Lechero del Altiplano. La Paz Bolivia. p. 76-77
- PEARSON, H. 1979. Explotación de Pastos. Ed. ACRIBIA. España. p. 13-14
- PRIETO, G; ALZERRECA, A. 1998. Seminario Pastizales Andinos: Diagnóstico de las Actividades Forrajeras en el Altiplano y Alto andino de Bolivia. Centro de Investigación en Forrajes la Violeta. La Paz, Bolivia. p. 47
- RAYBURN, E.1983. Manejo de la Festuca Alta. (en Línea) Consultado del 28 de jul 2006. <http://www.caf.wvu.edu/~forage/tallfesc.html>

- RODRIGUEZ, M. 200. Morfología y Anatomía Vegetal. Imprenta Colorgraf, Rósulo Rodríguez. 3ª ed. Cochabamba-Bolivia. p 250,355
- RUTHERGLEN. 2006 Festuca Alta Especie y Cultivares. (en línea). Consultado 6 dic 2007. Disponible en www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/childoes
- SEFO. 2000. Semillas de Especies Forrajeras para Valles y Altiplano. SIF-UMSS, SEF. p. 4
- SARAVIA, C. 1995. Manual de Ganadería del Chaco Boliviano. Talleres gráficos ANDES SUR. Sucre-Bolivia. p. 9, 52
- SCHENEITER, J. 2005. Fertilización en Pasturas Mixtas (en línea). Consultado 4 jul 2006. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>
- SCHENEITER, J. 2004. Producción de forraje y de Carne en Pasturas de Festuca Alta Fertilizadas con Nitrógeno o Asociadas con Trébol Blanco Revista de Tecnología Agropecuaria. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. N° 20 (vol VII):50-53. Argentina. 8p.
- SCHENEITER, O. 2009. Preparando el Terreno para la Próxima Implantación Forrajera. AGROACTIVA. Nuevo ABC Rural S.A. Buenos Aires, Argentina 31p.
- TOSI, J.2000. Costos de Reservas Forrajeras. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Suplemento Económico Visión Rural Nro 28. Buenos Aires, Argentina. 6p.

ANEXOS

ANEXO 1

Registro de datos climatológicos de la estación Experimental del Instituto Benson Letanías

(Junio 2007 – Julio 2008)

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
152	16,45	6,367	-4,937	0
153	17,15	6,321	-4,837	0
154	16,78	5,873	-3,622	0
155	17,65	7,03	-5,718	0
156	16,99	6,481	-4,402	0
157	17,64	5,935	-5,976	0
158	18,44	7,02	-3,911	0
159	17,99	7,88	-0,062	0
160	18,11	8,25	1,251	0
161	17,48	7,39	-3,09	0
162	17,06	8,46	1,492	0
163	16,66	8,05	0,212	0,254
164	15,58	7,76	1,817	0
165	15,05	5,879	-3,315	0
166	14,54	7,18	2,661	0
167	14,63	7,49	2,638	0,254
168	14,41	6,922	0,42	0
169	14,92	4,834	-5,544	0
170	14,17	5,074	-5,123	0
171	15,59	7,28	0,863	0
172	14,67	4,573	-6,618	0
173	15,17	4,274	-6,321	0
174	15,05	6,015	-1,649	0
175	16,28	6,73	-3,055	0
176	16,45	5,961	-5,816	0
177	15,76	6,447	-5,724	0
178	16,13	7,37	-1,309	0
179	11,79	5,526	0,82	0
180	13,18	5,742	-0,931	0
181	11,21	6,508	3,603	0

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
182	14,52	5,852	-1,882	0
183	11,58	4,53	-1,753	0
184	12,43	5,084	0,98	0
185	11,71	5,913	2,406	0,762
186	12,69	5,592	0,151	0
187	12,6	4,022	-2,396	0
188	11,98	2,617	-7,83	0
189	13,91	3,859	-7,83	0
190	14,47	3,734	-10,09	0
191	6,5	3,096	1,059	0
192	8,08	3,608	0,536	0
193	12,31	5,22	-1,421	0
194	13,08	5,297	-2,152	0
195	13,26	6,053	0,818	0,762
196	13,05	4,516	-4,902	0
197	13,89	4,322	-7,27	0
198	11,61	3,791	0,431	0
199	12,23	5,25	-0,497	0
200	13,01	4,647	-0,244	0
201	12,95	3,615	-6,796	0
202	13,93	5,002	-3,31	0
203	15,75	4,564	-8,09	0
204	16,33	4,289	-9,08	0
205	17,08	6,33	-6,304	0
206	16,76	6,891	-1,561	0
207	14,12	5,475	-3,842	0
208	15,5	4,983	-7,41	0
209	8,85	3,903	0,707	0,1
210	11,3	4,354	0,624	0,3
211	13,35	5,603	-2,646	0
212	14,05	6,022	-3,315	0,254

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
213	14,32	6,114	-0,793	0
214	15,38	6,65	1,036	0
215	15,82	8,43	1,845	0
216	16,49	8,18	-1,378	0
217	17,57	9,61	2,784	0
218	16,84	6,91	-0,401	0,254
219	15,08	6,829	0,001	0,254
220	17,26	7,81	-3,054	0
221	14,75	6,832	-1,933	0
222	16,09	7,11	0,44	0
223	15,81	6,883	-1,287	0
224	16,27	6,816	-5,691	0
225	14,73	6,726	-0,601	0
226	16,75	8,24	1,434	0
227	14,27	8,25	3,624	0
228	15,74	8,34	2,093	0
229	15,05	7,65	2,54	3,81
230	13,94	6,135	1,61	0,254
231	13,23	5,314	-4,157	0
232	14,5	5,921	-4,494	0
233	14,86	6,258	-3,689	0
234	16,07	6,822	-3,562	0
235	16,65	6,284	-5,725	0
236	17,37	7,3	-3,341	0
237	18,04	8,09	-2,601	0
238	16,54	8,82	1,216	0
239	15,2	7,98	3,266	2,35
240	15,25	7,1	-1,684	0
241	14,81	5,944	-4,097	0
242	15,85	6,879	-2,764	0
243	16,42	7,97	1,006	0

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
244	14,74	8,58	3,974	2,54
245	15,43	8,98	2,854	0
246	15,79	9	4,247	1,016
247	16,2	8,4	3,476	2,032
248	15,97	8,16	-0,306	0
249	17,35	8,18	-3,337	0
250	18	8,52	0,636	0
251	18,53	9,12	2,085	0
252	16,58	8,12	-1,547	0
253	12,86	7,03	0,961	1,778
254	14,47	6,808	2,816	1,21
255	14,95	8,09	3,424	2,12
256	12,88	7,33	2,771	0
257	15,96	8,14	-0,331	0
258	17,44	9,27	1,912	0
259	16,98	8,12	-0,435	0
260	14,06	7,91	-1,505	0
261	16,43	8,97	3,523	3
262	18,53	10,57	3,226	0
263	19,34	11,04	3,099	0
264	19,63	11,96	4,877	0
265	20,15	10,69	1,346	0
266	19,77	9,46	-3,235	0
267	18,62	9,39	1,173	0
268	18,38	9,03	-1,953	0
269	17,91	7,63	-3,681	0
270	17,52	9,03	1,742	0
271	19,19	9,67	0,805	0
272	19,85	10,51	2,467	0
273	19,17	10,46	3,199	0

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
274	14,14	9,12	4,889	0
275	19,42	10,44	2,634	0
276	17,86	9,64	1,492	1,016
277	17,71	8,61	1,786	0,254
278	18,34	9,42	0,928	0
279	19,52	10,47	-0,277	0
280	19,67	11,04	4,656	0,254
281	17,9	9,32	4,579	0,23
282	15,21	8,51	5,601	3,302
283	15,68	9,3	5,356	1,38
284	15,76	9,47	4,402	0,254
285	17,03	9,36	2,03	0
286	17,11	9,75	5,575	0
287	14,97	8,1	3,403	1,524
288	12,94	7,12	2,563	1,016
289	11,23	6,849	2,707	0,762
290	16,6	8,96	3,103	1,23
291	18,24	10,02	1,255	0
292	17,66	10,05	3,861	0,508
293	18,67	10,96	3,233	0
294	17,16	10,6	4,856	0
295	14,61	9,34	5,351	0
296	19,25	10,69	3,187	0
297	16,92	10,38	4,704	0,508
298	15,69	10,04	5,888	0,508
299	16,28	9,3	4,235	1,524
300	14,61	8,69	5,692	1,57
301	15,24	8,97	3,675	0,254
302	15,93	10,19	5,489	0
303	15,87	9,67	5,831	3,81
304	12,37	7,31	3,87	0

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
305	17,75	10,19	3,867	0
306	16,15	10,21	4,54	0
307	19,4	12,03	5,547	0
308	16,71	10,79	4,128	0
309	18,09	10,04	3,174	0
310	19,66	10,48	2,649	0
311	19,29	10,51	0,487	0
312	20,17	10,16	-1,766	0
313	20,68	11,81	2,936	0
314	20	11,79	3,868	0,762
315	18,13	11,47	6,604	0
316	20,66	10,42	5,501	0
317	18,71	10,45	2,843	0,254
318	18,21	9,95	4,799	0
319	18,56	9,99	3,175	0
320	18,01	9,27	3,208	1,98
321	19,14	10,62	2,862	0
322	19,75	11,11	3,82	0
323	17,49	9,97	4,415	0,508
324	17,26	10,01	3,864	0
325	16,15	9,48	3,818	1,016
326	18,05	10,26	4,939	0
327	14,45	9,76	6,274	0
328	11,42	8,65	6,633	1,2
329	17,02	9,91	5,153	2,02
330	15,86	10,66	7,41	1,45
331	16,66	9,33	6,611	1,4
332	18,72	11,23	3,712	0
333	20,34	12,49	4,989	0
334	20,53	12,12	4,184	1,09

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
335	15,38	10,37	6,465	3,81
336	17,43	11,31	5,602	1,3
337	12,45	8,19	4,831	2,05
338	15,43	9,75	6,225	0
339	10,24	6,779	4,909	3,2
340	17,5	10,01	1,466	0
341	17,75	10,58	2,035	0
342	17,16	11,18	5,796	0
343	17,35	11,13	4,248	0
344	19	11,01	2,803	0
345	20,11	12,22	5,515	0
346	17,74	11,67	7,31	0
347	17,63	11,46	6,757	0,254
348	20,92	12,37	3,911	0
349	19,11	12,28	5,647	1,09
350	19,4	11,29	5,145	0,24
351	18,51	11,32	4,099	0,254
352	18,26	11,41	6,148	0
353	18,78	11,71	7,05	4,064
354	16	11,48	6,584	1,27
355	16,11	10,14	5,286	1,778
356	17,3	10,59	5,806	1,27
357	17,91	11,33	6,649	0,265
358	17,77	11,66	5,315	0,21
359	19,06	12,18	6,024	1,213
360	18,86	11,76	4,975	2,456
361	19,49	12,22	6,954	1,524
362	20,27	12,7	5,717	3,5
363	18,91	12,33	5,578	6,7
364	16,36	10,73	5,957	7,231
365	16,2	11,63	6,593	15,6

DIA	Temperatura °C			Precipitación mm
	Máxima	Media	Mínima	
1	16,11	10,61	6,41	7,9
2	16,82	9,61	6,686	6,35
3	18,24	10,69	5,757	11,18
4	16,44	11,15	6,742	2,286
5	18,71	11,66	7,12	9,09
6	16,91	10,32	6,039	3,54
7	19,42	11,63	4,547	0,76
8	19,79	12,14	5,611	0,94
9	17,77	11,17	6,114	3,302
10	17,49	10,02	5,51	3,3
11	18,82	10,6	4,561	0,8
12	16,52	10,04	3,404	0,508
13	16,97	10,42	3,359	1,43
14	18,85	11,85	4,481	0,67
15	13,79	9,11	6,207	2,032
16	14,93	9,32	4,386	0,762
17	12,52	7,93	4,689	5,842
18	12,63	8,64	5,402	2,032
19	13,77	8,27	5,097	14,22
20	16,42	8,36	3,533	2,54
21	15,75	9,22	4,083	0,762
22	14,11	9,52	5,401	0
23	15,71	10,52	7,59	0
24	18,06	11,14	4,244	0,254
25	19,11	12,02	5,156	0
26	18,79	12,23	6,304	0
27	18,55	12,34	5,662	0
28	18,94	11,73	6,218	21,08
29	16,48	10,17	5,155	4,318
30	16,98	11,32	6,835	0
31	19,5	11,8	6,039	0

DIA	Temperatura °C			Precipitación mm
	Máxima	Media	Mínima	
32	17,27	11,57	7,48	0
33	13,64	9,02	6,447	12,7
34	16,07	9,73	6,735	13,72
35	16,31	11,1	6,563	0,254
36	18,2	11,37	7,08	0,762
37	12,71	9,16	7,53	3,556
38	18,2	10,35	6,718	1,524
39	18,78	10,58	5,19	1,27
40	18,63	10,96	5,821	4,064
41	17,46	10,58	5,204	0
42	16,51	10,62	4,742	0
43	16,49	10,13	5,266	0,254
44	14,74	9,7	6,724	0,254
45	14,27	9,47	6,821	5,08
46	14,99	9,9	6,399	2,794
47	14,97	10,1	6,805	0,508
48	13,64	9,43	6,918	7,37
49	16,47	10,02	5,079	8,38
50	16,71	9,87	6,429	2,794
51	14,17	8,65	6,517	5,08
52	16,02	10,64	6,297	0
53	17,93	11,33	6,723	0
54	15,47	9,92	6,967	0
55	15,14	9,94	6,17	2,54
56	17,26	10,72	6,806	6,35
57	15,61	10,74	7,07	5,08
58	11,57	7,99	5,533	2,286
59	16,35	9,52	4,609	0

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
60	16,01	10,18	6,057	0,762
61	13,94	9,27	6,71	3,81
62	14,67	10,06	6,232	6,858
63	14,41	9,59	6,9	4,826
64	17,11	10,81	5,372	0
65	17,68	10,39	6,379	2,54
66	16,92	9,42	4,767	6,858
67	16,5	10,21	6,2	0
68	13,46	8,88	6,674	4,826
69	14,73	8,62	5,863	7,62
70	15,51	9,74	5,697	5,334
71	16,78	10,56	7,01	0
72	17,48	10,92	6,395	0
73	16,72	9,46	5,112	0
74	16,23	10,39	4,913	0
75	15,85	8,91	5,792	3,45
76	11,17	8,57	6,997	3,67
77	14,59	8,99	5,469	6,89
78	17,52	10,39	6,199	2,794
79	14,93	9,12	5,916	5,588
80	16,41	9,52	4,613	0
81	18,89	11,02	5,433	0
82	18,22	11,4	7,08	0
83	19,18	11,3	5,644	0
84	19,03	12,19	5,895	0,254
85	19,84	11,98	4,365	0
86	19,11	11,67	6,022	0
87	17,19	10,41	5,917	0
88	17,25	10,84	5,236	0
89	15,83	9,68	6,406	0,254
90	14,43	8,4	6,173	10,41

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
91	16,01	9,26	4,08	18,03
92	17,36	10,18	4,531	0
93	16,02	10,28	4,775	0
94	18,8	11,42	5,972	0
95	17,28	10,78	7,19	3,302
96	18,95	10,92	1,655	0
97	19,01	11	4,998	1,524
98	19,49	10,18	2,116	0
99	17,15	10,1	4,175	0
100	18,04	9,58	4,839	0
101	15,98	8,02	2,64	2,54
102	14,64	8,71	4,304	4,572
103	12,56	8,19	4,943	0
104	12,99	8,11	3,471	0
105	13,7	8,69	5,319	1,016
106	15,93	9,36	4,261	6,604
107	16,57	9,29	3,143	0,254
108	15,39	8,84	5,984	2,794
109	14,98	8,81	5,434	0
110	16,31	9,45	5,508	0,254
111	14,4	9,17	5,564	0
112	13,64	8,68	5,938	1,016
113	12,82	5,95	1,167	5,78
114	15,1	8,27	2,745	0,254
115	14,38	8,31	3,573	0
116	14,7	8,82	3,716	5,2
117	10,91	7,23	5,562	1,524
118	15,7	9,24	5,032	0
119	16,14	7,46	-1,869	0
120	17,03	7,88	-0,338	0

Día	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máxima	media	Mínima	
121	17,38	8,19	-0,205	0,254
122	18,95	9,83	1,614	0
123	17,79	8,76	0,909	0,508
124	13,87	7,82	4,186	
125	16,34	8,66	3,246	0,254
126	15,52	8,07	1,218	0
127	15,15	8,65	3,908	0
128	15,09	7,38	-0,426	0
129	16,29	8,28	1,259	0,254
130	14,88	7,91	3,857	0
131	17,6	8,71	2,425	0
132	17,39	8,88	2,33	0,254
133	16,69	9,16	1,997	0
134	15,13	8,2	3,165	0
135	16,93	8,32	-0,318	0
136	17,32	8,13	-0,287	0
137	15,37	7,26	-1,559	0
138	13,6	6,947	0,853	0
139	14,11	6,33	-3,161	0
140	14,88	6,593	-2,738	0
141	15,98	5,584	-6,442	0
142	16,5	7,11	-2,861	0
143	18,18	9,12	1,247	0
144	18,17	7,5	-3,539	0
145	18,01	7,4	-5,099	0
146	16,05	6,581	-3,882	0
147	16,06	7,06	-1,864	0
148	15,75	6,531	-5,858	0
149	15,92	6,522	-2,938	0
150	16,24	7,12	-1,033	0
151	13,99	5,303	-3,759	0

ANEXO 2

CALCULO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN QUIMICA

Información de la Zona

lugar:	Letanías Viacha
Altitud (msnm)	3870
Cultivo anterior	Pasto
Abonamiento	sin aplicación
Extensión (m2)	5070
Clima	
Precipitación (mm anuales)	350
Temperatura media (°C)	9,1

Análisis físico- Químico

Clase textural	Franco Arenoso
pH	7,12
% Materia orgánica	3,5
%Nitrógeno total	0,04
P-disponible(ppm)	6,04
K-cambiable (mec/100g Suelo)	0,36

Sup UE (m2)	13	13	169
Sup total (m2)	30 UE		5070

Procedimiento

a) Datos de N P K del análisis del suelo
del suelo del área de estudio

Nitrógeno total (%)	0,09
Fósforo disponible (ppm)	1,48
Potasio Cambiable (meq/100g suelo)	0,71
Peso de la capa arable (Kg/ha)	2800000

b) Transformar estos valores en términos
de nutrientes disponibles

Nitrógeno

$$\begin{array}{r}
 0,09 \dots\dots\dots X \\
 100 \dots\dots\dots 2800000 \\
 X = \dots\dots\dots \mathbf{2520 \text{ Kg N/ha.}}
 \end{array}$$

Coeficiente de mineralización por su textura, clima
pH neutro a básico. (%) = 1

$$\begin{array}{r}
 2520 \dots\dots\dots 100 \\
 X \dots\dots\dots 1 \\
 X = \dots\dots\dots \mathbf{25,2 \text{ Kg N disp./ha./año.}}
 \end{array}$$

Considerando el ciclo vegetativo del cultivo:

12 meses 1

25,2 Kg N disp./ha/Ciclo veg. Cult

Fosforo

Fósforo disponible
(ppm) 1,48

Potasio

0,71 meq/100 g suelo (cambiable)

Considerando que entre el 10 - 50 % de K
cambiable es

disponible

0,71 100

50

X = 0,355 meq /100 g suelo

0,039 g K/ 1 meq de K

0,013845 gr K

138,45 ppm

**Nutrientes disponibles en el
suelo**

N	25,2 Kg N/ha	Bajo
P	1,48 ppm	Bajo
K	138,45 ppm	Medio
	Kg N disp./ha de capa	
N	25,2 arable	
	Kg P disp./ha de capa	
P	4,144 arable	
	Kg de K disp./ha de	
K	387,66	capa arable

**Dosis o formulación de
fertilización**

i) convertir los datos de nutrientes disponibles
(N P K), expresados en

Kg/ha a valores en % de utilización

(para altiplano)

% de fuente tomado por cultivo durante su ciclo
vegetativo

N 40

P 20

K 40

Nutrientes disponibles y eficientes que brinda el
suelo

N 25,2 0,4 10,08 Kg N /ha

P 4,144 0,2 0,83 Kg P /ha

K 387,66 0,4 155,06 Kg K /ha

Transformando estos en valores en términos de
unidades de fertilizante

N			10,08 Kg N /ha
P	0,8288	2,29	1,90 Kg P2O5 /ha
K	155,064	1,20	186,08 Kg K2O /ha
Límite de rendimiento			
5 Tonelada de heno		45	35 100
Obtención de la dosis teórica			
Requerimiento		45	35 100
Disponibilidad		10,08	1,90 186,08
Dosis teórica		34,92	33,10 -86,08
Dosis teórica para el cultivo		35	33 -86
Dosis real Considerando le eficiencia de los fertilizantes			
%		80	30 70
Dosis real para aplicación			
		44	110 0
Dosis Comercial a aplicar al suelo			
Fosfato diamónico		18	% N
Fosfato diamónico		46	% P2O5
Fosfato diamónico		0	% K2O
			243 Kg de fosfato diamónico
			240 Kg de fosfato diamónico
Para Sup (m2)	5070		
			123 Kg de fosfato diamónico
			122 Kg de fosfato diamónico
Por UE			4 Kg de fosfato diamónico
Total			123 Kg de fosfato diamónico

NEXO 3

Registro de datos biométricos de las variedades de festuca alta

Nro. UE	Variedad	Emergencia (ptas/m2)	Altura Planta (mm)	Cobertura (%)	Macollamiento (macoll/pta)	Mat seca (tm/ha)
2	Barolex	477,5	53,9	26,8	19	0,89
4	Tf - 33	707,5	52,9	23,5	12	0,33
5	Bariana	445	64,1	20,2	27	0,93
7	Fawn	750	64,2	30	19	1,18
8	Dovey	477,5	124,6	41	25	2,34
9	Fawn	635	76,5	31,1	19	1,31
11	Barolex	547,5	51,5	31,2	13	1,1
12	Bariana	770	63,2	30,5	20	1,35
13	Dovey	447,5	129,5	31,5	14	2,38
14	Tf - 33	467,5	62,1	23,8	19	0,82
16	Tf - 33	387,5	59,4	27,7	11,5	1,13
17	Barolex	527,5	61,4	32,3	12,5	1,46
18	Bariana	782,5	59,8	38,9	21	1,68
19	Fawn	417,5	73,5	36,4	20	1,69
20	Dovey	287,5	109,5	32,6	11	2,38
22	Barolex	375	52,4	22	14	1,24
23	Dovey	529,17	82,9	29	15	1,74
24	Fawn	546,88	51,9	32,5	27	1,08
25	Dovey	400	92,8	35,4	17	2,85
26	Fawn	406,25	64,9	28,7	17,5	1,44
27	Bariana	375	61,4	29,5	16	1,27
28	Tf - 33	512,5	62	29	16	1,73
					0	
29	Tf - 33	712,5	45,8	13,4	12	1,2
30	Fawn	450	59	33,7	20	0,87
31	Bariana	516,67	49,5	19,4	20	0,66
32	Tf - 33	556,25	52	23	11	1,33
33	Dovey	391,67	91,5	34,5	13	2,28
34	Barolex	433,33	56	30	12,5	1,51
35	Bariana	450	55,4	22,9	21	1,46
36	Barolex	300	54	27	21	1,04

ANEXO 4

Fotografías



Foto 3. Emergencia de la Festuca Alta var. Dovey.



Foto 4. Crecimiento vegetativo de la Festuca Alta.



Foto 5. Cobertura de la de la festuca alta-



*Foto 6. Macollamiento de la de la festuca alta
variedad Bariana*



Foto 7. Bariana



Foto 8. Barolex



Foto 9. Dovey



Foto 10. Fawn



Foto 11. Tf-33