

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN PRODUCCION Y**  
**COMERCIALIZACION AGROPECUARIA**



**TESINA DE GRADO**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE SEIS VARIEDADES DE FESTUCA**  
**(*Festuca arundinacea*) EN LA LOCALIDAD DE**  
**QUIPAQUIPANI (PROVINCIA INGAVI),**  
**DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**Presentado por:**

**MARÍA CRISTINA TICONA MAMANI**

**La Paz – Bolivia**

**2012**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN PRODUCCION Y**  
**COMERCIALIZACION AGROPECUARIA**

**PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE SEIS VARIETADES DE FESTUCA (*Festuca arundinácea*) EN LA LOCALIDAD DE QUIPAQUIPANI (PROVINCIA INGAVI), DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

**Tesina de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de**  
**TECNICO SUPERIOR AGROPECUARIO**

**PRESENTADO POR:**

**MARIA CRISTINA TICONA MAMANI**

**ASESOR: Ing. Ph.D. Alejandro Bonifacio Flores .....**

**TRIBUNAL REVISOR: Ing. M.Sc. David Morales Velásquez .....**

**TRIBUNAL REVISOR: Ing. Nicolás Monasterios Quelali .....**

---

**V° B° PRESIDENTE TRIBUNAL**

**La Paz – Bolivia**

**2012**



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a mis padres y hermanos que día a día me acompañaron y mucho más en las horas difíciles para mi persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente a:

La CTSA-Viacha de la UMSA por ofrecerme la oportunidad de mi formación profesional.

Al personal docente y administrativo por sus enseñanzas y apoyo administrativo durante la formación académica.

A mi asesor, el Dr. Alejandro Bonifacio por la guía ofrecida en el trabajo de campo, análisis de datos y la redacción del documento.

A los miembros del Tribunal Revisor, Ing. David Morales e Ing. Nicolás Monasterios por las sugerencias pertinentes al borrador del trabajo.

A mis padres y hermanos que han sabido comprenderme y acompañarme en toda esta etapa de mi formación profesional.

A mis compañeros de estudio por su amistad y colaboración.

## RESUMEN

En el altiplano Boliviano, la producción de forrajes se hace cada vez mas importante. Para la producción de forraje, la semilla de calidad es un factor preponderante. La semilla de especies forrajeras es poco accesible para los productores del altiplano en razón de su alto costo y la ausencia de mecanismos de promoción y distribución de semilla. Por tanto, se ha propuesto la evaluación de la producción de semilla de seis variedades de festuca alta (Barolex, Bariane, L-TF33, Dovey, FAWN y L-NN) junto a al evaluación de las características agromorfológicas de variedades de festuca en fase reproductiva, evaluar el rendimiento de semilla en seis variedades, evaluar viabilidad de semilla producida bajo condiciones del altiplano.

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Facilidades para la investigación Quipaquipani, Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de follaje, diámetro de corona, longitud y peso de inflorescencia, días a la madurez, índice de cosecha, pureza de semilla y porcentaje de germinación. El diseño experimental adoptado para el estudio fue el de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los datos registrados fueron sometidos al análisis de varianza y en caso de constatar diferencias significativas se procedió a realizar la prueba de Duncan.

Los resultados obtenidos se resumen en lo siguiente: Las variedades de Festuca alta en fase reproductiva muestran diferencias significativas entre variedades en altura de planta, diámetro del follaje, altura de follaje y diámetro de corona. Las variables evaluadas a la cosecha tales como peso fresco de espigas por parcela útil, peso seco, peso de semilla son significativas para las variedades. El índice de cosecha de las variedades es altamente significativo con valores cercanos y superiores al 0.5. El rendimiento de semilla muestra diferencias significativas para las variedades, lo cual quiere decir que al menos una variedad rinde mejor que las otras. El porcentaje de germinación de las semillas muestra diferencias significativas para variedades, sin embargo, los porcentajes generales son bajos debido al efecto de la helada que ha afectado al final del periodo de llenado de semilla.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.JUSTIFICACION .....</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivo.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Origen y distribución geográfica.....	3
2.2. Taxonomía y morfología .....	3
2.3. Importancia.....	4
2.4. Variedades y líneas mejoradas.....	5
2.4.1. Variedad barolex.....	6
2.4.2. Variedad bariane.....	6
2.4.3. Variedad tf 33.....	7
2.4.4. Variedad dovey .....	7
2.4.5. Variedad fawn.....	7
2.5. Labores del establecimiento .....	8
2.5.1. Preparación del suelo .....	8
2.5.2. Siembra.....	8
2.6. Manejo en corte y pastoreo.....	9
2.7. Producción de semilla.....	9
2.8. Cosecha y secado .....	10
2.9. Calidad de semilla.....	10
2.10. RENDIMIENTO.....	11
2.11. Semilla.....	12

2.12. Germinación de la semilla.....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
3.1. UBICACIÓN.....	14
3.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y DE SUELO.....	14
3.3. MATERIAL GENETICO.....	14
3.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	15
3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	15
3.6. VARIABLES DE EVALUACION.....	16
3.6.1. Altura de planta.....	16
3.6.2. Diámetro de follaje.....	16
3.6.3. Diámetro de corona.....	16
3.6.4. Longitud y peso de inflorescencia.....	17
3.6.5. Días a madurez.....	17
3.6.6. Índice de cosecha.....	17
3.6.7. Pureza de la semilla.....	17
3.6.8. Porcentaje de germinación de la semilla.....	18
3.7. Análisis de datos.....	18
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>19</b>
4.1. Condiciones de temperatura y precipitación.....	19
4.2. Análisis del suelo.....	19
4.3. Análisis estadístico e interpretación de variables.....	19
4.3.1. Altura de planta.....	20
4.3.2. Diámetro de follaje.....	24
4.3.3. Diámetro de corona.....	27
4.3.4. Altura de follaje.....	30
4.3.5. Días a madurez.....	32
4.3.6. Variables de cosecha.....	33
4.3.7. Porcentaje de germinación.....	39
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA CITADA.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de planta (1ra y 2da lecturas) .....	20
Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de planta (lecturas 3 y 4) .....	21
Cuadro 3. Prueba de Duncan para la altura de planta en la 1ra y 2da lecturas.....	21
Cuadro 4. Prueba de Duncan para la altura de planta en la 3ra y 4ta lecturas.....	22
Cuadro 5. Análisis de varianza para diámetro de follaje (1ra y 2da lecturas) .....	24
Cuadro 6. Análisis de varianza para el diámetro de follaje (3ra y 4ta lecturas).....	24
Cuadro 7. Promedios ordenados para el diámetro de follaje en la 1ra y lecturas .....	25
Cuadro 8. Prueba de Duncan para el diámetro de follaje en la 3ra y 4ta lecturas .....	26
Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro de corona (1ra y 2da lectura).....	27
Cuadro 10. Análisis de varianza para diámetro de corona (3ra y 4ta lectura).....	28
Cuadro 11. Promedios ordenados para diámetro de corona (1ra y 2da lectura) .....	28
Cuadro 12. Promedios ordenados para diámetro de corona (3ra y 4ta lectura) .....	29
Cuadro 13. Análisis de varianza para altura de follaje (1ra y 2da lectura) .....	30
Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de follaje (3ra y 4ta lectura) .....	31
Cuadro 15. Fecha de floración y número de días a la madurez en variedades de festuca.....	32
Cuadro 16. Análisis de varianza para peso fresco de inflorescencia cosechada.....	33
Cuadro 17. Análisis de varianza para peso seco de inflorescencia cosechada.....	34
Cuadro 18. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de inflorescencia cosechada	34
Cuadro 19. Análisis de varianza peso de semilla obtenida por parcela útil.....	35
Cuadro 20. Análisis de varianza para índice de cosecha en parcela útil .....	35
Cuadro 21. Prueba de Duncan para peso fresco y peso seco de inflorescencias cosechadas en la parcela útil .....	36
Cuadro 22. Prueba de Duncan para porcentaje de materia seca y peso de semilla por parcela útil .....	37
Cuadro 23. Prueba de Duncan para índice de cosecha en parcela útil .....	38
Cuadro 24. Análisis de varianza para peso seco de inflorescencia cosechada.....	38
Cuadro 25. Análisis de varianza para peso seco de inflorescencia cosechada.....	39
Cuadro 26. Prueba de Duncan para el porcentaje de germinación de cinco variedades de festuca.....	40



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica de la temperatura y precipitación pluvial en el periodo de evaluación .....	19
Figura 2. Representación gráfica de la altura de planta en 4 fechas de lectura.....	23
Figura 3. Representación gráfica del diámetro de follaje en 4 fechas de lectura .....	26
Figura 4. Representación gráfica del diámetro de corona en 4 fechas de lectura .....	29
Figura 5. Gráfica del peso de semilla por parcela útil y porcentaje de germinación .....	40

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. CROQUIS DEL EXPERIMENTO .....	48
Anexo 2. Temperatura y precipitación media mensual .....	48
Anexo 3. Resultados del análisis de varianza para altura de planta, diámetro de follaje y diámetro de corona.....	48
Anexo 4. Resultados del ANVA para altura de planta, diámetro de follaje y corona en 4 periodos de lectura.....	49
Anexo 5. Resultados del ANVA para peso (fresco y seco) de inflorescencia, peso semilla individual e índice de cosecha.....	51
Anexo 6. Resultados de la prueba de Duncan para altura planta lecturas 1 al 4.....	52
Anexo 7. Resultados de la prueba de Duncan para diámetro de follaje lecturas 1 al 4 .....	52
Anexo 8. Resultados de la prueba de Duncan Peso fresco, peso MS, %MS, peso semilla e índice de cosecha.....	53
Anexo 9. Prueba de Duncan para diámetro corona de 1 al 4 lecturas.....	54
Anexo 10. ANVA y Duncan para porcentaje de germinación.....	55
Anexo 11. Valores originales del porcentaje de germinación.....	56
Anexo 12. Análisis de suelo.....	57
Anexo 13. FOTOS ILUSTRATIVOS DEL ESTUDIO.....	58

## I. INTRODUCCIÓN

La festuca alta (*Festuca arundinacea*) es una gramínea perenne originaria de Europa y Norte de África y fue introducido de Europa a Norte y Sud América (Hannaway, et al. 1999).

La festuca se ha introducido a Bolivia como una especie apta en asociación con alfalfa (*Medicago sativa*) similar al pasto ovillo (*Dactylis glomerata*). En ambos casos, el resultado se refleja en el establecimiento de campos forrajeros extensivos para la explotación de ganado lechero.

La festuca es un pasto valorado por su tolerancia a una amplia diversidad de factores adversos.

En el altiplano las especies forrajeras son escasas por su baja adaptabilidad en las condiciones del altiplano caracterizadas por sequías y heladas frecuentes. Por tanto se evidencia un déficit de forraje en la época seca y fría (Tapia, 1971).

Mediante trabajos de mejoramiento genético de la festuca, los norteamericanos han obtenido variedades mejoradas, las mismas que se encuentran en proceso de introducción y evaluación en el altiplano boliviano. Sin embargo, a tiempo de evaluar como material genético productora de forraje, es necesario evaluar la producción de semilla de estas variedades en las condiciones del altiplano.

## **II. JUSTIFICACION**

La semilla de especies forrajeras es poco accesible para los productores del altiplano, esto en razón al alto costo de la semilla y la ausencia de mecanismos de promoción y distribución de semilla.

Por tanto, la evaluación de la producción de semilla de festuca en el altiplano es importante para identificar variedades promisorias que permitan producir semilla en predio del agricultor y de esa forma facilitar la difusión y adopción de variedades mejoradas.

### **1.1. Objetivos**

#### **1.1.1. Objetivo general**

Estudiar la producción de semilla del pasto festuca en las condiciones del altiplano Centro – Norte.

#### **1.1.2. Objetivos específicos**

Evaluar las características agro-morfológicas de seis variedades de festuca en fase reproductiva.

Evaluar el rendimiento de semilla en seis variedades.

Evaluar viabilidad de semilla producida bajo condiciones del altiplano

### III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

#### 2.1. Origen y distribución geográfica

Según Hughes, Herat y Metcalfe, (1970), hay mas de 100 especies de festuca, unas anuales y otras perennes, sin embargo, mas importantes son la festuca alta (*Festuca arundinacea*) y festuca de los prados (*Festuca elatior*), siendo la primera especie de mayor distribución que la segunda.

La festuca (*Festuca arundinacea*) es nativa de Europa y Norte de África (Hannaway, *et al.*, 1999). Este pasto forrajero fue introducido a los Estados Unidos de América a finales de 1800, evaluándose las primeras introducciones en los centros experimentales de Agricultura de Oregon, Utah y Kentucky (Hughes, Herat y Metcalfe, 1970). La festuca alta es una variedad seleccionada en la Estación Experimental Oregon de Estados Unidos

La festuca alta (*Festuca arundinacea*) es una especie originaria de Europa y Norte de África y fue introducido de Europa a Norte y Sud América, siendo ampliamente cultivado en Estados Unidos y México donde se ha adaptado sin mayores dificultades (Hanaway *et al.*, 1999).

#### 2.2. Taxonomía y morfología

La clasificación taxonómica de la festuca alta es la siguiente.

Nombre común: Festuca alta

Nombre Científico: *Festuca arundinacea*

Familia: *Poacea*

Género: *Festuca*

Especie: arundinacea

Hughes, Herat y Metcalfe (1970), describen las características morfológicas de la festuca alta de la siguiente manera: La festuca alta es una gramínea perenne de hojas de color verde oscuro, raíz profunda y vida larga. La inflorescencia es ramificada en forma de panícula, la longitud de la panícula es de 10 a 30 cm y cada espiguilla tiene de cinco a siete semillas. La semilla tiene un tinte ligeramente oscuro. Las raíces de la festuca alta son numerosas, profundas y fuertes. La planta tiene un ciclo de crecimiento largo y permanece verde durante todo el año siempre y cuando que cuente con humedad y nitrógeno.

Los mismos autores (1970), ofrecen algunas características morfológicas que la distinguen a la festuca alta y la festuca de los prados. La festuca alta tiene un cierto número de pelos pequeños sobre la aurícula de las hojas visibles a simple vista, en cambio, la festuca de los prados no presenta dichos pelos, además que festuca de los prados tiene  $2n = 14$  cromosomas y la festuca alta  $2n = 42$  cromosomas.

El hábito de crecimiento es cespitoso, forma matas densas con rizomas cortos, se recomienda mantener el corte cada temporada (CIF, 2005). Estas plantas son cespitosas con culmos erectos robustos y tienen una altura de 45 a 200 cm, cuenta con láminas lineares de 10 a 60 cm, con una longitud de 3 a 12 mm, la panícula es lanceolada u ovada de 10 a 50 cm de largo, erecta o péndula, laxa o contraída tiene ramas escabrosas, las espiguillas son elípticas u oblongas de 10 a 18 mm de largo con 3 a 10 flores de glumas lanceoladas que son persistentes, la gluma inferior es de 3 a 6 mm y la superior de 4.5 a 7 mm de largo, lemas lanceoladas de 6 a 9 mm de largo, agudas con aristas de 1 a 4 mm el ovario glabro en el ápice (Renvoize, 1998).

### **2.3. Importancia**

La festuca alta tiene gran importancia en Estados Unidos, especialmente en las regiones frías del Nor Oeste y Oeste. La festuca crece bien en climas fríos donde

proporciona pasto verde en invierno. Su capacidad de tolerar suelos salinos y alcalinos así como suelos pesados y mal drenados, hace que esta especie adquiera importancia en la producción ganadera (Hughes, Herat y Metcalfe, 1970 y Bernal, 2005).

La festuca alta es importante como forraje para ganado de carne, es un pasto valorado por su tolerancia a una amplia variedad de factores de suelo y clima (Hannaway, *et al.*, 1999 y Bernal, 2005).

La importancia de esta especie radica mas que todo en su facilidad de adaptación, buena producción de forraje, larga estación de pastoreo, tolerancia a un manejo de bajos insumos y una excelente producción de semilla (El campo virtual.com, 2007).

El aprovechamiento de la festuca es en pastoreo directo, aunque la producción para heno es altamente rendidora, su capacidad radicular le permite proteger el suelo contra la erosión (Hughes, Herat y Metcalfe, 1970).

Según Bernal (2005), la festuca alta es compatible con tréboles en siembras asociadas. Según (CIF, 2005), se adapta en climas de valle y altiplano tiene buena tolerancia al frío y a la sequía, es mas rústico que el pasto ovillo, de pocas necesidades de mantenimiento, elevada resistencia al pisoteo y gran capacidad de adaptación a condiciones adversas

#### **2.4. Variedades y líneas mejoradas**

La festuca alta es un ecotipo seleccionado a partir de tres introducciones desde Alemania primero a Pullman (Washington) y luego en Oregon en 1918; posteriormente la especie ha sido motivo de mejoramiento por selección e hibridación en Estaciones de Kentucky, Davis, Beckley, Manitota y otros (Hughes, Herat y Metcalfe, 1970).

Bernal (2005), sostiene que las nuevas variedades son de hojas suaves con mayor palatabilidad y valor nutritivo que reporta buena producción en ovinos, ganado de carne y leche.

En Bolivia, la festuca se conoce con un nombre genérico, no se conocen variedades mejoradas bien diferenciadas entre los proveedores de semilla y mucho menos entre los productores. Sin embargo, en los países de Norte América y Europa se disponen de variedades con sus características específicas.

Las características de las variedades se detallan a continuación (El campo virtual, 2006 y El campo virtual.com, 2007).

#### **2.4.1. VARIEDAD BAROLEX**

La variedad Barolex tiene establecimiento rápido y de mayor rendimiento en materia forrajera. Las hojas son suaves y de sabor agradable para el ganado, destacándose como una nueva variedad de festuca alta con gran potencial. La Barolex tiene un césped muy denso con calidad de la hoja iguales al Rygrass perenne, siendo las experiencias con esta variedad muy impresionante para el usuario que ha sido escéptica sobre el uso de festuca en la granja (Barrengung, s.f.).

#### **2.4.2. VARIEDAD BARIANE**

La Bariane es un nuevo lanzamiento de festuca alta finamente hojeado, de maduración tardía que otras variedades. El sabor es agradable para el ganado y apropiado para las prácticas de pastoreo intensivo (Barenbrug, s.f.).

### **2.4.3. VARIEDAD TF 33**

Esta es una mezcla única de festucas altas de alta calidad (variedad compuesta o sintética). La variedad mezcla o compuesta se puede utilizar para pastoreo y para corte. Los componentes de la mezcla fueron seleccionados para el sabor agradable y la buena digestibilidad. La variedad TF- 33 es rápido, al establecer (Barenbrug, s.f.).

### **2.4.4. VARIEDAD DOVEY**

La Dovey es una variedad conocida por su alta producción y crecimiento frondoso excepcional frente a otras variedades, de establecimiento mas rápido y disponible para un pronto aprovechamiento. Tiene un hábito vertical del crecimiento, siendo excelente para la producción de heno. Dovey ha demostrado ser una muy buena productora de materia seca y en los ensayos de persistencia. La variedad de festuca alta Dovey es precoz en producción (UNAVARRA, 2008: disponible en [http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Fest\\_arun\\_p.htm](http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Fest_arun_p.htm))

### **2.4.5. VARIEDAD FAWN.-**

Fue desarrollado en Oregon, EEUU, habiendo aumentado considerablemente la producción de forraje y semilla (Festuca arundinacea, 2007: [http://es.wikipedia.org/wiki/Festuca\\_arundinacea](http://es.wikipedia.org/wiki/Festuca_arundinacea)). Se conoce como forrajera de clima templado y rendimiento es determinado principalmente por la humedad disponible en el. Suelo. La FAWN crece bien en suelos profundos y altamente ácidos y con alto contenido de materia orgánica, tolera periodos de inundación y presentan mejor crecimiento cuando el PH es de 8.5 (<http://www.elcampovirtual.com.ar/rubros-14.html>)



## **2.5. LABORES DEL ESTABLECIMIENTO**

### **2.5.1. Preparación del suelo**

Es conveniente preparar bien el suelo, preferentemente debe estar libre de malezas puesto que en las primeras fases de su establecimiento la festuca alta no es vigorosa para competir con las malezas (Hughes, Herat y Metcalfe, 1970).

La festuca se adapta a condiciones de suelo franco arenoso y franco arcilloso, crece bien en suelo con pH de 4.7 a 9.5 pero la producción de forraje es mejor cuando el pH del suelo es de 5.5 a 8.5 (Hannway *et al.* 1999).

Según Gispert (s/a), la festuca alta puede cultivarse en suelos arenosos pero crece bien en los suelos más fértiles, se adapta medianamente a los suelos alcalinos y salinos especialmente si la disponibilidad de nitrógeno del suelo es adecuada.

La festuca se mantiene verde todo el año, pero se requiere que los terrenos donde se va a implantar estén libres de malas hierbas, además que el drenaje no debe ser deficiente y la sequía no debe ser muy frecuente ni intensa (Gispert, s/a).

La festuca es una de las mejores gramíneas que se dispone para suelos mal drenados, tolera tanto la alcalinidad como la salinidad (Hughes, *et. al.*, 1966).

### **2.5.2. Siembra**

La siembra debe realizarse en época apropiada para el establecimiento. La profundidad de siembra no debe ser mayor a 6 mm empleando una densidad baja de 2,3 kg/ha en suelos con buenas condiciones de humedad y densidad alta de 18 kg/ha en condiciones adversas (Hughes, Herat y Metcalfe, 1970).

En condiciones de buen manejo de suelos, la invasión de malezas no debería ser muy significativo, pero cuando estas se presentan es necesario desmalezar mediante métodos apropiados.

Esta especie aunque es tolerante a sequía, requiere niveles de fertilidad moderada para una buena producción. Cuando se cultiva pura se recomienda una densidad de siembra de 15 a 20 kg/ha y en cultivo asociado con alfalfa 10 kg/ha o con 15 kg/ha (CIF, 2005).

En las zonas templadas la festuca se siembra en otoño, usando de 10 a 15 kg/ha de semilla en la siembra a chorrillo, pero si estas se siembra al boleó será entre 15 a 20 kg/ha (Gispert, s/a).

## **2.6. MANEJO EN CORTE Y PASTOREO**

Las condiciones de manejo de la festuca, tales como el corte o pastoreo afectan fuertemente la calidad del forraje, productividad y persistencia del pasto. La calidad es mas afectada por el estado de madurez a la cosecha, para obtener el heno de alta calidad se debe cosechar en fase de embuche.

## **2.7. Producción de semilla**

Según Bertin y Rosso (1991), la producción de semilla depende de la eficiencia del sistema reproductivo de la planta, se considera como el porcentaje de flores que producen semillas y el tamaño de las inflorescencias.

La importancia de esta especie radica mas que todo en su facilidad de adaptación, buena producción de forraje, larga estación de pastoreo, tolerancia a un manejo de bajos insumos y una excelente producción de semilla (<http://www.elcampovirtual.com.ar/rubros-112.html>).

## **2.8. Cosecha y secado**

Según Bartosik, Cardoso y Piñeiro (2008), las condiciones climáticas en la etapa previa a la cosecha son determinantes para lograr un secado a campo rápido y sin pérdida de calidad, esto se consigue con días de alta temperatura, baja humedad relativa y vientos de moderada intensidad. Si las condiciones climáticas luego del corte e hilerado son de baja temperatura y días húmedos, entonces el secado a campo puede tardar semanas, con la consiguiente pérdidas de semillas en el campo (desgrane) y pérdida de calidad de aquellas semillas que se pudieron cosechar (pérdida del poder germinativo).

## **2.9. Calidad de semilla**

Según Mozzoni (s/a), para tener la buena calidad de semilla se debe hacer un análisis en laboratorio para conocer la pureza de la semilla, es decir, libre de semilla ajenas a la especie según niveles de tolerancia que tienen relación con la categoría de semilla. Las categorías son: (1) semilla original, (2) semilla fiscalizada y (3) semilla certificada.

La calidad de semilla determina un buen establecimiento de la pradera, ya que una buena semilla incorporado al banco de semillas del suelo podrá germinar o morir dependiendo de la calidad de las semilla y la condición del medio como la humedad (Johnston, Olivares y Laura, 2003).

Las plantas pueden producir semillas de distinto tamaño, así como con grados de dormancia diferentes, esto va a incrementar su posibilidad de establecimiento o su perpetuación (Egley, 1995).

Según Johnston, Olivares y Laura (2003), el tamaño de semilla se expresa a través del peso de 100 semillas, este carácter puede estar influenciado por los tratamientos que se aplique o por tratamientos en épocas de corte.

Para Fernández y Johnston (1986), las semillas constituyen la unidad de dispersión y el medio de perpetuación de la especie. Una semilla madura está compuesta básicamente de tres partes: embrión, sustancias nutritivas de reserva y testa:

Las partes de la semilla se describen a continuación (Fernández y Johnston, 1986):

El embrión está constituido por la radícula o raíz primitiva, el hipocotilo o tallo primitivo y la plúmula o yema. En las dicotiledóneas se encuentran además dos cotiledones o primeras hojas insertadas en la parte superior del hipocotilo, mientras que en las monocotiledóneas se forma un solo cotiledón terminal que está representado en las gramíneas por el escutelo que se ubica lateralmente respecto a la yema.

Las sustancias nutritivas o reservas están constituidas esencialmente por carbohidratos, proteínas y lípidos en diversas proporciones.

La cubierta seminal (o testa) se deriva de los tegumentos, envuelve y protege a las dos estructuras anteriores y deja a la semilla en condiciones de ser diseminada. Suele estar recubierta, exteriormente, por una cutícula.

## **2.10. RENDIMIENTO.**

Según Bertin, y Dell'Agustino (2003), en la producción de semilla de gramíneas perennes se determina el rendimiento en el momento de la pos cosecha y además, menciona que el crecimiento excesivo otoñal favorece la producción y desarrollo de macollos tempranos la cual hace el mayor aporte al rendimiento de semilla.

La producción de semilla de festuca depende de los niveles de nitrógeno del suelo, cantidades reducidas del nutriente se traducen en bajos rendimientos unitarios (Dell'Agustino y Bertin, 2002)

En producción de Materia Seca, el rendimiento total de la temporada es superior a los ballicos. Las variedades Fawn y Menade presentan rendimientos estadísticamente superiores a las demás variedades. El rendimiento está aproximadamente entre 7.5 y 10.8 toneladas por hectárea (William, 1999).

En el altiplano, los rendimientos unitarios de forraje son muy bajos debido a las condiciones climatológicas adversas para el desarrollo de los cultivos forrajeros, ya que las lluvias se concentran en un periodo corto de cuatro meses (Miranda, s/a).

## **2.11. Semilla**

Según William (1999), la semilla de festuca alta miden entre 6 y 10 mm de longitud y 1.5 mm de ancho en la parte media. En promedio se tienen 484,000.0 unidades por Kg de semilla con un rango de 387,000.0 a 574,000.0 por Kg.

La pureza de la semilla de festuca generalmente es alta y posee una tasa de germinación alta. Siempre es recomendable usar semilla certificada para asegurar el porcentaje de germinación y que están libres de hierbas nocivas, además debe ser libre de endofitos (Souttie, 2003).

El análisis de calidad de semilla obedece a estándares establecida en las normas de calidad de semilla y esto depende de las especies en particular (ORS, 1998).

## **2.12. Germinación de la semilla**

Según Fernández y Jhonston (1986), en lenguaje común se dice que una semilla ha germinado cuando todas las partes de la plántula emergen viables y sanas, pero es la ruptura de la testa por la radícula lo que en botánica se denomina germinación. Sin embargo, desde un punto de vista estrictamente fisiológico, la emergencia de la radícula o del hipocotilo a través de la cubierta seminal solo representa la fase final de la germinación.

Para Fernández y Johnston (1986), en un sentido estricto, la germinación comienza con la entrada de agua a la semilla, que le permite reanudar la actividad metabólica (respiración, síntesis de proteínas y otros) y termina con el crecimiento de la radícula que emerge al exterior. La rehidratación de la semilla corresponde a un aumento de volumen, debido a los coloides presentes en ella, e involucra los procesos de imbibición y ósmosis. Uno de los primeros procesos que se activa es la respiración, destinada a entregar la energía necesaria para la ruptura y movilización de reservas que serán utilizadas en el eje embrionario para crecer.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. UBICACIÓN**

El presente trabajo se realizó en la Estación experimental de Quipaquipani, comunidad Charahuayto, municipio de Viacha, provincia Ingavi, departamento de La Paz. La zona de trabajo se encuentra a una altura de 3880 msnm entre los 16° 40' 30" Latitud Sur 68°17' 30" Longitud Oeste.

### **3.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y DE SUELO**

La humedad relativa entre los meses de noviembre y marzo es de 57%, siendo mayor en el periodo lluvioso. La temperatura media anual de la zona es de 7.1°C.

Según los indicadores climáticos, la zona presenta una precipitación anual de 619 mm con el 80% de la precipitación que ocurre en los meses de enero y febrero (Montes de Oca, 1997).

El suelo destinado al ensayo es de textura franco arcilloso con afloraciones de sal en invierno.

### **3.3. MATERIAL GENETICO**

El material genético consta de seis variedades de Festuca (*Festuca arundinacea*), provenientes del Estado de Utah, Estados Unidos de Norte América, las mismas que se encuentran establecidas en la Estación Experimental de Quipaquipani con fines de probar su adaptación y comportamiento. Este material al encontrarse en etapa de crecimiento y pronto ingreso a la primera floración después de su establecimiento, fue aprovechado para el presente trabajo de investigación.

### **3.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Estacas de madera, cinta métrica y flexómetro y regla graduada en cm.

Cintas plásticas de color, marcadores, letreros y marbetes

Balanza

Libreta de campo

Cámara fotográfica

Equipo de computadoras, calculadora científica, disquetes

Agua destilada, caja Petri, papel filtro

Cámara germinadora

### **3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Las variedades fueron sembradas (año agrícola 2005-2006) bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones (Cochran y Cox, 1990). Cada unidad experimental consta de 9 surcos de 4.50 m de largo por 0.50 m de ancho entre surcos y con 0.40 m de ancho de pasillos.

El modelo lineal aditivo es:  $Y = M + B_i + T_j + E_{ij}$

#### **Variedades**

Barolex

Bariane

L- TF 33

4. Dovey

5. FAWN

6. L-NN



### **3.6. VARIABLES DE EVALUACION**

La evaluación de variables en fase vegetativa se realizó en las seis variedades, en cambio la evaluación en fase reproductiva se realizó solamente con cinco variedades en razón del ciclo tardío de una variedad y la presencia de heladas. Por tanto, los análisis estadísticos como la discusión de los resultados se realizaron sobre la base de los materiales en las que se registraron variables de evaluación.

#### **3.6.1. Altura de planta**

Las lecturas de altura de planta se realizaron a intervalos de 15 días utilizando cinta métrica, tomando desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja o ápice de la inflorescencia en 5 plantas marbeteadas al azar en los surcos centrales de la unidad experimental.

#### **3.6.2. Diámetro de follaje**

El diámetro de follaje fue medido en la parte mas voluminosa de la planta que es la proyección sobre el suelo, para ello se empleó una regla graduada en cm. Las lecturas fueron tomadas consecutivamente cada 15 días en las plantas previamente identificadas.

#### **3.6.3. Diámetro de corona**

El diámetro de corona fue medido a una altura de 2 cm del suelo donde los ejes de los macollos se concentran formando a manera de corona consistente. Para este propósito se ha adecuado un cuadrante con lado abierto y un lado móvil, lo cual permitió lecturas apropiadas de esta variable.

#### **3.6.4. Longitud y peso de inflorescencia**

La longitud de la inflorescencia fue registrado con una regla graduada tomando medida desde la base de la inflorescencia hasta el ápice de la misma en periodos de 15 días y durante el periodo de espigamiento hasta la madures fisiológica.

El peso de inflorescencia se registró en plantas individuales como también en forma masal obtenida de la parcela útil

#### **3.6.5. Días a madurez**

El número de días a madurez se ha determinado mediante el registro de días transcurridos desde el rebrote hasta la madurez, dando énfasis al grupo de inflorescencia de los macollos centrales.

#### **3.6.6. Índice de cosecha**

El índice de cosecha fue determinado con datos del peso de semilla dividido sobre el peso de inflorescencia seca, lo cual fue determinado para planta individual como para la parcela útil.

#### **3.6.7. Pureza de la semilla**

La pureza de semilla fue determinada en porcentaje sobre la base de peso de semilla llena dividida sobre el peso total de semilla (semilla llena y semilla vana). La semilla llena y vana fue separada mediante flotación en agua y sometiendo nuevamente a secado.

### **3.6.8. Porcentaje de germinación de la semilla**

El porcentaje de germinación fue determinado en base a la semilla llena y probando la germinación en laboratorio. Para la prueba se ha acondicionado la semilla y las cápsulas Petri a las que se han colocado 100 unidades de semilla por cada variedad y por cada repetición.

Paralelamente se ha registrado el número de días a la germinación y además las características morfológicas observadas durante el proceso, tomándose notas descriptivas y registro fotográfico.

### **3.7. ANALISIS DE DATOS**

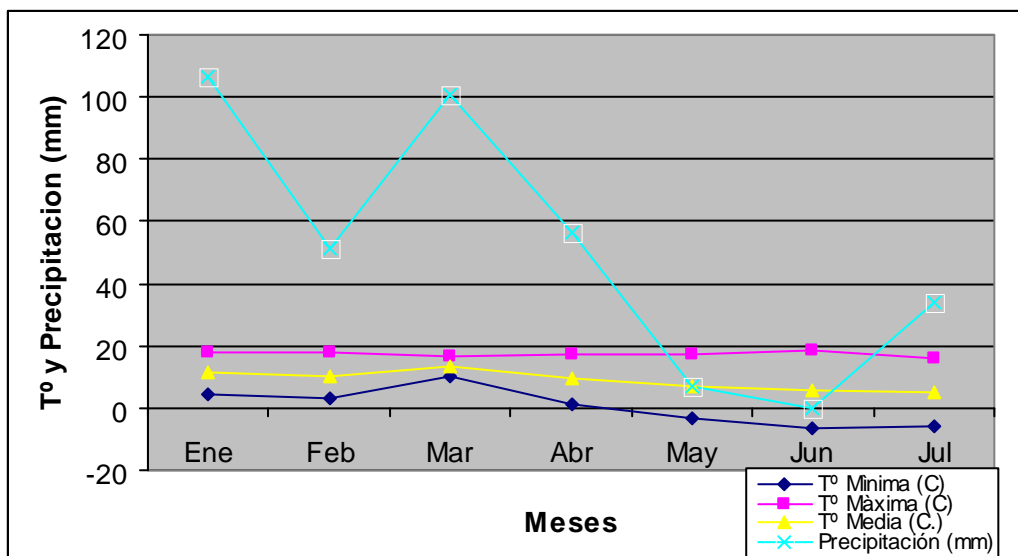
Los datos fueron tabulados en una hoja electrónica del programa Excel, los que previamente ordenados por variedad y bloque, fueron sometidos al análisis de varianza mediante el programa MINITAB. En caso de evidenciar significación estadística se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan. Además se realizó un análisis de datos aplicando la estadística descriptiva y correlación simple.

Además, las variables de mayor interés como el peso de inflorescencia, altura de planta y rendimiento de semilla, fueron llevadas a una representación gráfica para facilitar su interpretación.

Cabe aclarar que las variables previas a la cosecha fueron evaluadas con las seis variedades y las variables después de la cosecha con solamente cinco variedades en razón de que una variedad no ha alcanzado la madurez fisiológica y por tanto no se ha obtenido semilla viable.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Condiciones de temperatura y precipitación



**Figura 1. Representación gráfica de la temperatura y precipitación pluvial en el periodo de evaluación**

### 4.2. Análisis del suelo

Según el análisis de suelos realizado en el laboratorio de la UMSS (Anexo 12), los suelos del sitio de estudio contiene 3.8% de materia orgánica, de textura franco arcilloso, 7.6 ppm de fósforo disponible, 0.196% de nitrógeno total y 2.91 me-100 g de potasio.

### 4.3. Análisis estadístico e interpretación de variables

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza (ANVA), para conocer la significación estadística de las diferencias entre variedades y entre bloques. Las fuentes de variación que fueron significativas, han sido sometidas a la prueba de Duncan, en cambio, las que arrojaron ausencia de significación de

las diferencias no necesariamente fueron sometidos a la prueba de comparación de Duncan.

#### 4.3.1. Altura de planta

**Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de planta (1ra y 2da lecturas)**

F. de V.	g.l.	Lectura 1			Lectura 2		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	143.36	71.68	3.39ns	350.92	175.46	5.16 *
Variedad	5	4017.14	803.43	38.02**	3518.46	703.69	20.70**
Error	10	211.30	21.13		339.98	34.00	
Total	17	4371.80			4209.36		
Media		38.4 cm			42.2		
CV%		11.9 %			13.8		

F.de V.=Fuente de variación    SC= Suma de cuadrados    CM= Cuadrado medio  
 Fc=F calculado    \*\* = Altamente significativo    ns = No significativo

El cuadro 1 presenta los resultados del análisis de varianza para altura de planta correspondiente a las lecturas de fechas 1 y 2. En ambas lecturas las diferencias entre variedades son altamente significativas, lo cual indica que el material genético evaluado tiene diferencias atribuibles al carácter genotípico. Las diferencias entre bloques no son significativas en la primera lectura, pero estas son significativas en la segunda lectura. Lo anterior indica que las condiciones del suelo o ambiente donde fueron asignados los bloques no son homogéneos y esto se ha reflejado al menos en la segunda lectura.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de planta (lecturas 3 y 4)**

F. de V.	g.l.	Lectura 3			Lectura 4		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	201.3	100.7	1.91ns	13.9	7.0	0.08ns
Variedad	5	7429.0	1485.8	28.17**	10747.7	2149.5	26.00**
Error	10	527.5	52.8		826.9	82.7	
Total	17	8157.84			11588.56		
Media		48.2			51.33		
CV%		15.07			17.7		

F.de V.=Fuente de variación SC= Suma de cuadrados CM= Cuadrado medio  
 Fc=F calculado \*\* = Altamente significativo ns = No significativo

En el cuadro 2 se tiene los resultados del ANVA de la altura de planta registradas en las lecturas 3ra y 4ta, donde se puede observar que las diferencias entre variedades son altamente significativas, las mismas que se atribuyen a diferencias varietales de festuca alta. Las diferencias entre bloques no son significativas y el coeficiente de variación se encuentra dentro lo aceptable (15.07% y 17.7%).

**Cuadro 3. Prueba de Duncan para la altura de planta en la 1ra y 2da lecturas**

1ra Lectura				2da Lectura			
No.	Nombre	Media	Duncan	No.	Nombre	Media	Duncan
4	L-SN	70.26	A	4	L-SN	72.50	A
5	Dovey	37.77	B	5	Dovey	42.03	B
6	Fawn	35.73	B	6	Fawn	38.63	B
3	TF 33	30.13	BC	3	TF 33	38.63	B
1	Barolex	29.83	BC	1	Barolex	34.49	B
2	Bariane	26.26	C	2	Bariane	30.83	B

De acuerdo a la prueba de Duncan, los valores promedio de altura de planta en la 1ra lectura se agrupan en tres, categorías identificables siendo la L-SN de mayor altura y distinto al resto de las variedades, entre tanto las variedades Dovey y Fawn son similares en altura. En cambio, la variedad Bariance alcanzó la menor altura. En la segunda lectura, las medias de variedades corresponde a dos grupos, un grupo integrado únicamente por L-SN supera a las variedades que conforman el otro grupo de medias similares.

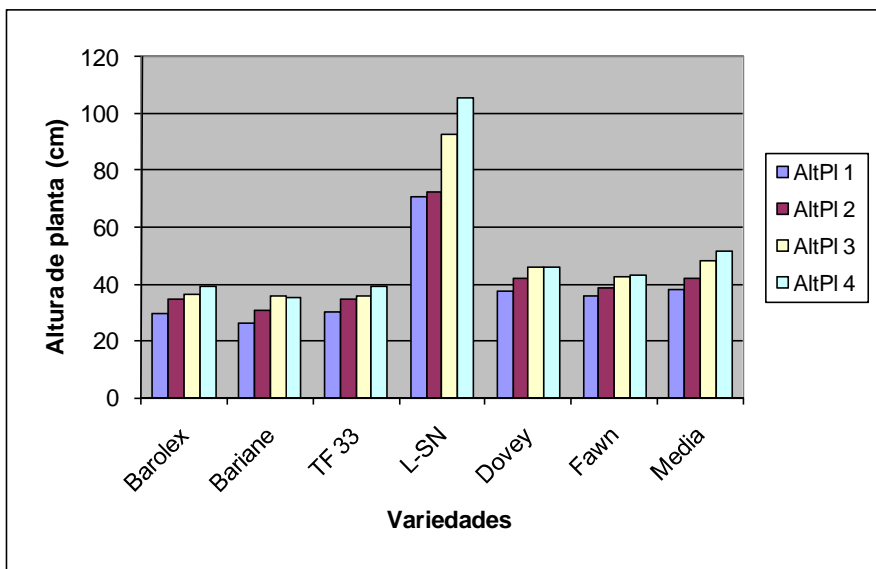
**Cuadro 4. Prueba de Duncan para la altura de planta en la 3ra y 4ta lectura**

3ra lectura				4ta lectura			
No	Nombre	Media	Duncan	No.	Nombre	Media	Duncan
4	L-SN	92.8	A	4	L-SN	105.50	A
5	Dovey	46.1	B	5	Dovey	45.80	B
6	Fawn	42.4	B	6	Fawn	43.20	B
1	Barolex	36.27	B	3	TF 33	39.07	B
3	TF 33	35.9	B	1	Barolex	39.00	B
2	Bariance	35.73	B	2	Bariance	35.43	B

Promedios con la misma letra pertenecen al mismo grupo

Promedios con letras diferentes pertenecen a grupos diferentes

La prueba de Duncan sobre las medias de variedades de la 3ra y 4ta lecturas permite visualizar dos grupos destacándose en ambos casos la L-SN como la más alta y las restantes que conforman otro grupo con medias similares.



**Figura 2. Representación gráfica de la altura de planta en 4 fechas de lectura**

La figura 2 representa la altura de planta alcanzada por las mismas variedades en cuatro fechas diferentes de lectura. En principio se puede ver el incremento en altura a medida que transcurre el tiempo, aunque en las últimas lecturas el aumento es muy escaso para algunas variedades como Bariane, Dovey y Fawn. Por otra parte la variedad L-SN ha mostrado ser la de mayor altura y al cabo de la 4ta lectura sigue en crecimiento. Lo que ocasionó dificultades en la madurez fisiológica del grano, por lo que esta línea no forma parte de las evaluaciones en lo que corresponde a variables en fase reproductiva.



### 4.3.2. Diámetro de follaje

**Cuadro 5. Análisis de varianza para diámetro de follaje (1ra y 2da lectura)**

F. de V.	g.l.	1ra lectura			2da lectura		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	59.48	29.74	2.41ns	70.12	35.06	2.56ns
Variedad	5	20.88	4.18	0.34ns	25.93	5.19	0.38ns
Error	10	123.55	12.36		137.18	13.72	
Total	17	203.92			233.23		
Media		19.8			22.73		
CV%		18.4			16.29		

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
ns = No significativo

CM= Cuadrado medio

Los resultados del ANVA para diámetro de follaje en la 1ra y 2da lectura (cuadro 3) muestran que las diferencias observadas entre variedades y entre bloques no son significativas. Este resultado refleja que las características de fertilidad o gradiente de humedad en los bloques son homogéneos.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para el diámetro de follaje (3ra y 4ta lecturas)**

F. de V.	g.l.	3ra lectura			4ta lectura		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	24.236	12.118	2.31ns	23.427	11.714	1.40ns
Variedad	5	64.607	12.921	2.46ns	117.464	23.493	2.80ns
Error	10	52.572	5.257		83.929	8.393	
Total	17	141.415			224.821		
Media		25.94			28.48		
CV%		8.83			10.2		

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
ns = No significativo

CM= Cuadrado medio

En el Cuadro 6, se presenta los resultados del ANVA, donde se puede observar que las diferencias entre bloques y entre variedades no son significativas, lo que significa que las características genéticas de las variedades permitieron comportarse de en forma similar.

Los coeficientes de variación son 8.83% para la 3ra lectura y 10.2 para la cuarta lectura, los mismos indican que los datos al interior de cada lectura son de variación escasa y son considerados como buenos para experimentos en campo.

**Cuadro 7. Promedios ordenados para el diámetro de follaje en la 1ra y 2da lecturas**

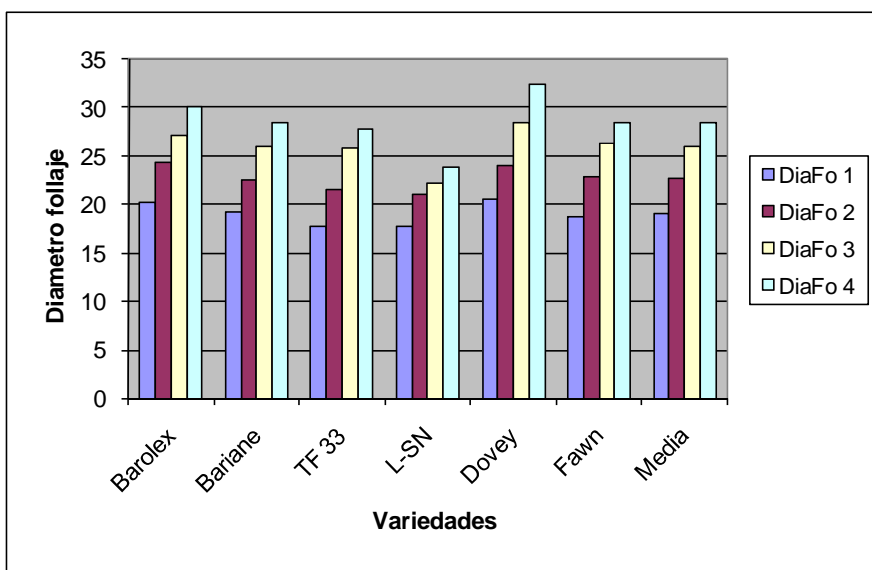
1ra lectura			2da lectura		
No.	Nombre	Media	No.	Nombre	Media
5	Dovey	20.25	1	Barolex	24.37
1	Barolex	19.27	5	Dovey	23.97
2	Bariane	19.27	6	Fawn	22.90
6	Fawn	18.8	2	Bariane	22.59
4	L-SN	17.8	3	TF 33	21.60
3	TF 33	17.8	4	L-SN	20.97

Los valores promedio en la 1ra y 2da lectura para diámetro de follaje muestran ligera variación entre variedades, pero al ser estas no significativas según el ANVA, no corresponde realizar la prueba de comparación Duncan (cuadro 7).

**Cuadro 8. Prueba de Duncan para el diámetro de follaje en la 3ra y 4ta lecturas**

Línea	Nombre	Media	Duncan	Línea	Nombre	Media	Duncan
5	Dovey	28.37	A	5	Dovey	32.37	A
1	Barolex	27.27	A	1	Barolex	29.99	A
6	Fawn	26.25	AB	6	Fawn	28.50	AB
2	Bariane	25.90	AB	2	Bariane	28.37	AB
3	TF 33	25.73	AB	3	TF 33	27.80	AB
4	L-SN	22.20	B	4	L-SN	23.87	B

El cuadro 8, contiene los resultados de la prueba de Duncan para la variable diámetro de corona registrada en la 3ra y 4ta lectura, pudiendo observarse en ambos casos la conformación de dos grupos. La variedad Dovey y Barolex registra el mayor diámetro de follaje. En cambio, el menor diámetro tiene la L-SN las restantes son intermedias entre los extremos.



**Figura 3. Representación gráfica del diámetro de follaje en 4 fechas de lectura**

La figura 3 muestra la relación gráfica del diámetro de follaje alcanzado por las variedades de festuca a cuatro diferentes fechas de lectura. Como se observa el diámetro de follaje va en aumento.

### 4.3.3. Diámetro de corona

**Cuadro 9. Análisis de varianza para diámetro de corona (1ra y 2da lectura)**

F. de V.	g.l.	1ra lectura			2da lectura		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	3.0336	1.5168	1.56ns	7.463	3.732ns	1.29ns
Variedad	5	0.6721	0.1344	0.14ns	4.593	0.919ns	0.32ns
Error	10	9.6933	0.9693		28.903	2.890	
Total	17	13.3990					
Media		9.44			11.2		
CV%		10.42			15.17		

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
ns = No significativo

CM= Cuadrado medio

El cuadro 9, contiene los resultados del ANVA para diámetro de corona correspondiente a la 1ra y 2da lecturas. En el mismo se puede observar que las diferencias en el diámetro de corona no son significativas estadísticamente entre variedades, lo cual se puede atribuir a factores genéticos propias de las variedades. En el caso ausencia de significación estadística de las diferencias entre bloques, se debe a la homogeneidad del suelo en el área de estudio.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para diámetro de corona (3ra y 4ta lectura)**

F. de V.	g.l.	1ra lectura			2da lectura		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	4.447	2.223	0.95ns	5.143	2.572	0.82ns
Variedad	5	9.008	1.802	0.77ns	14.312	2.862	0.91ns
Error	10	23.335	2.334		31.550	3.155	
Total	17	36.790		15.005	51.005		
Media		13.024			14.75		
CV%		11.7			12.05		

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

El cuadro 10 presenta los resultados del ANVA para diámetro de corona en la 3ra y 4ta lectura. Esta variable tampoco muestra significancia estadística, deduciéndose que las escasas diferencias entre variedades son atribuibles a factores del azar y no necesariamente a la expresión de diferencias genéticas o diferencias entre bloques.

**Cuadro 11. Promedios ordenados para diámetro de corona (1ra y 2da lectura)**

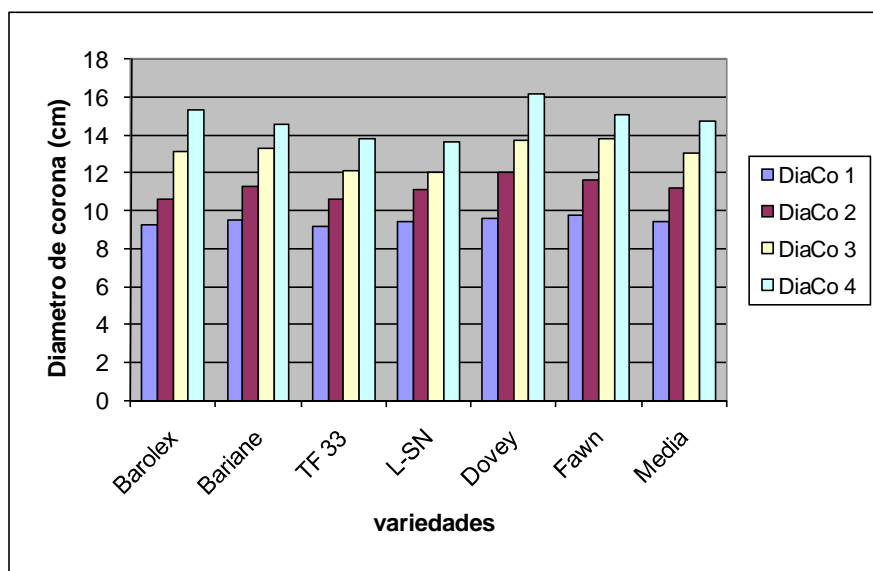
1ra lectura			2da lectura		
Línea	Nombre	Media	Línea	Nombre	Media
6	Fawn	9.73	5	Dovey	12.00
5	Dovey	9.56	6	Fawn	11.60
2	Bariane	9.52	2	Bariane	11.27
4	L-SN	9.43	4	L-SN	11.13
1	Barolex	9.26	3	TF 33	10.63
3	TF 33	9.15	1	Barolex	10.57

El cuadro 11 presenta los promedios ordenados de mayor a menor valor para las variedades, observándose que las medias son similares, lo que fue reflejada en el ANVA.

**Cuadro 12. Promedios ordenados para diámetro de corona (3ra y 4ta lectura)**

3ra lectura			4ta lectura		
Línea	Nombre	Media	Línea	Nombre	Media
6	Fawn	13.83	5	Dovey	16.17
5	Dovey	13.73	1	Barolex	15.33
2	Bariane	13.30	6	Fawn	15.07
1	Barolex	13.11	2	Bariane	14.57
3	TF 33	12.13	3	TF 33	13.77
4	L-SN	12.04	4	L-SN	13.60

El cuadro 12 muestra los valores promedio ordenados en forma decreciente para diámetro de corona, estos valores son más o menos similares, aunque se ve algunas diferencias que no necesariamente son significativas a nivel estadístico.



**Figura 4. Representación gráfica del diámetro de corona en 4 fechas de lectura**

La representación gráfica del diámetro de corona se muestra en la figura 4, donde se constata el crecimiento gradual del diámetro de corona. El mayor diámetro fue alcanzado por la variedad Dovey seguido por Barolex y Fawn. El diámetro de corona (viva) es una variable importante en la evaluación de pastos, puesto que está relacionado con la edad de la planta y también con el rendimiento.

#### 4.3.4. Altura de follaje

La altura de follaje se refiere a la medición desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más alta de la planta, en cambio la altura de planta es desde la base hasta el ápice de la inflorescencia.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para altura de follaje (1ra y 2da lectura)**

F. de V.	g.l.	1ra lectura			2da lectura		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	130.58	65.29	2.83ns	244.99	122.49	4.58*
Variedad	5	2656.65	531.33	23.03**	1912.31	382.46	14.31**
Error	10	207.61	23.07		240.58	26.73	
Total	17	3030.05			2344.37		
Media		36.308			39.762		
CV%		13.2			13.02		

F.de V.=Fuente de variación

Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados

\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio

ns = No significativo

La variable altura de follaje en lo que corresponde a la lectura 1 muestra diferencias altamente significativas para las variedades y diferencias no significativas para los bloques. Esto quiere decir que las variedades han alcanzado alturas diferentes atribuibles a diferencias varietales, en cambio, las diferencias entre bloques son pequeñas que no alcanzan a un nivel significativo en esta lectura (cuadro 13).

En la lectura 2, la altura de follaje resulta con diferencias altamente significativas para las variedades y diferencias significativas entre bloques. Lo anterior representa que las variedades han alcanzado alturas diferentes atribuibles a sus diferencias genéticas, pero en cuanto a bloques, las diferencias reflejan cierta heterogeneidad en la humedad del suelo, lo que ha influido en la altura de planta y ha sido detectado por el análisis de varianza con un nivel altamente significativo (cuadro 13).

**Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de follaje (3ra y 4ta lectura)**

F. de V.	g.l.	3ra lectura			4ta lectura		
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc
Bloque	2	79.37	39.68	0.87 ns	5.07	2.53	0.03ns
Variedad	5	4220.81	844.16	18.47**	6363.21	1272.64	15.45**
Error	10	411.37	45.71		541.35	82.37	
Total	17	4693.54			7508.95		
Media		26.666			47.676		
CV%		25.4			19.1		

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
ns = No significativo

CM= Cuadrado medio

El cuadro 14 muestra los resultados del análisis de varianza de la altura de follaje en las lecturas 3 y 4, donde se puede ver que las diferencias en altura de planta entre variedades son altamente significativas y las diferencia entre bloques son no significativas. Lo anterior refleja que las diferencias observados en altura de follaje se atribuyen a diferencias varietales o genéticas, en cambio, las pequeñas diferencias observados de promedio entre los bloques son simplemente variaciones al azar que no representan diferencias reales entre bloques, es decir, que los bloques son mas o menos homogéneos.



#### 4.3.5. Días a madurez

La última etapa de la fase de llenado de semilla ha sido afectada por la helada, por tanto, los días a la madurez han sido calculados con la primera fase de la madurez fisiológica y la variedad L-SN no ha completado la madurez y por tanto se ha excluido de los subsiguientes análisis estadísticos de variables a la cosecha.

**Cuadro 15. Fecha de floración y número de días a la madurez en variedades de festuca**

No.	Variedad	Fecha Floración	Fecha Madurez	Días a madurez
1	Barolex	23-01-2007	3-03-1007	51
2	Bariane	23-01-2007	3-03-1007	62
3	TF 33	23-01-2007	3-03-1007	51
4	L-SN	4-03-2007	-----	'-----
5	Dovey	23-01-2007	3-03-1007	51
6	Fawn	23-01-2006	3-03-1007	51

La fecha de floración fue similar para las variedades excepto para la variedad L-SN, esto se explica en base al rebrote que también fue mas o menos uniforme. La variedad L-SN no ha completado la madurez, en cambio las otras variedades alcanzaron la madurez aunque el fenómeno de la helada ha afectado en fase de madurez fisiológica, por lo que los datos que se reportan se refieren al inicio de la primera fase de madurez fisiológica (cuadro 15)

Las variedades de festuca evaluadas en el presente trabajo maduran entre 51 y 62 días después de la floración, aunque es pertinente mencionar que la floración es gradual en los pastos y las lecturas que se refieren al inicio de la floración e inicio de madurez fisiológica. De lo anterior se deduce que el periodo de madurez puede ser más amplio según el tamaño de la planta y número de macollos.

#### 4.3.6. Variables de cosecha

En razón de que una de las línea L-SN no ha alcanzado a la madurez, los análisis estadísticos y la discusión de resultados se realizó sobre la base de cinco variedades y no sobre seis variedades como se trabajó en la fase previa a la cosecha.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para peso fresco de inflorescencia cosechada**

F. de V.	DF	SC	MS	Fc	P
Variedad	4	224344	56086	6.44	0.013 **
Bloque	2	67484	33742	3.88	0.067 ns
Error	8	69652	8707		
Total	14	361481			
CV %	25.3				

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

El ANVA para el peso fresco de inflorescencia cosechada muestra diferencias altamente significativas para las variedades (cuadro 16), lo que se interpreta que los valores registrados para peso de las variedades son atribuibles a las características propias del material genético. Las diferencias entre bloques no son significativas, lo que quiere decir que los bloques son más o menos homogéneos y no han influido significativamente sobre el peso fresco de inflorescencia. El coeficiente de variación es relativamente alto, pero aceptable para experimentos de campo.

### Cuadro 17. Análisis de varianza para peso seco de inflorescencia cosechada

Source	DF	SC	MS	Fc	P
Variedad	4	7607.4	1901.9 ns	1.92	0.2 ns
Bloque	2	34001.3	17000.7	17.2	0.001**
Error	8	7907.6	988.40		
Total	14	49516.3			
CV %	18.6				

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

En el cuadro 17 se tiene los resultados del ANVA para el peso de inflorescencia cosechada en estado seco, destacándose que el peso de inflorescencias de las variedades son significativas, atribuyéndose estas diferencias a las características genéticas y-o fisiológicas de las variedades. En cambio, las diferencias entre bloques no son significativas y por tanto se asume que la gradiente de fertilidad, humedad y otros factores son homogéneos en el sitio del ensayo.

### Cuadro 18. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca de inflorescencia cosechada

F. de V.	DF	SC	MS	Fc	P
Variedad	4	1735.18	433.79**	6.74	0.030
Bloque	2	595.85	297.92ns	3.25	0.093
Error	8	732.68	91.59		
Total	14	3063.71			
CV %	19.3				

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

El ANVA para el porcentaje de materia seca de inflorescencia cosechada muestra diferencias significativas para las variedades y diferencias no significativas para bloques (cuadro 18). Lo anterior significa que las muestras cosechadas de las

variedades tienen porcentajes de humedad diferentes y atribuibles a características genéticas y fisiológicas. El coeficiente de variación de 19.3% es razonable y aceptable para los ensayos de campo.

**Cuadro 19. Análisis de varianza peso de semilla obtenida por parcela útil**

F. de V.	DF	SS	MS	Fc	P
Variedad	4	937.2	234.3ns	0.71	0.607
Bloque	2	9645.3	3472.7**	10.53	0.006
Error	8	2639.0	329.9		
Total	14	10521.5			
CV %	20.4				

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

El cuadro 19 contiene los resultados del ANVA para peso de semilla en parcela útil, donde se ve que las diferencias entre variedades no son significativas para las variedades y altamente significativas para bloques. Las diferencias no significativas entre variedades se interpreta que no hay diferencias genéticas entre variedades que han influido significativamente sobre el peso de semilla.

El coeficiente de variación es de 20.4%, lo cual es aceptable para experimentos realizados en campo

**Cuadro 20. Análisis de varianza para índice de cosecha en parcela útil**

F. de V.	DF		MS	Fc	P
Variedad	4	0.032244	0.008061**	6.11	0.015
Bloque	2	0.002189	0.001095ns	0.83	0.471
Error	8	0.010559	0.001320		
Total	14	0.044992			
CV %	6.8				

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

El ANVA para índice de cosecha (cuadro 20) muestra diferencias altamente significativas para la fuente de variación variedades y no así para bloques. Esto se explica sobre la base de las diferencias genéticas que expresan entre variedades y condiciones homogéneas para los bloques. El coeficiente de variación es de 6.8% considerado como un valor bueno que refleja el buen manejo de datos.

**Cuadro 21. Prueba de Duncan para peso fresco y peso seco de inflorescencias cosechadas en la parcela útil**

Línea	Nombre	Media	Duncan	Línea	Nombre	Media	Duncan
5	Fawn	547.9	A	5	Fawn	202.0	A
1	Barolex	469.6	AB	1	Barolex	188.3	A
3	L-TF 33	309.3	BC	3	L-TF 33	160.3	A
2	Barianne	305.3	BC	2	Varianne	156.7	A
4	Dovey	210.7	C	4	Dovey	139.9	A

Promedios con la misma letra pertenecen al mismo grupo  
 Promedios con letras diferentes pertenecen a grupos diferentes

La prueba de comparación múltiple de Duncan para promedio de peso fresco permite agrupar en cuatro grupos a las variedades (cuadro 21). La variedad Fawn tiene el mayor peso fresco de inflorescencia con una media de 547.9 g . En cambio, el menor valor se ha obtenido para la variedad Dovey con 210.7 g y las otras variedades comparten similitud de medias al menos entre dos variedades.

La prueba de Duncan para peso seco de espiga cosechada muestra que las medias de variedades se agrupan en un solo grupo, lo que quiere decir que las medias de variedades son similares cuando la materia cosechada es secada.

**Cuadro 22. Prueba de Duncan para porcentaje de materia seca y peso de semilla por parcela útil**

Línea	Nombre	Media	Duncan	Línea	Nombre	Media	Duncan
4	Dovey	67.70	A	5	Fawn	104.33	A
2	Bariane	51.70	AB	1	Barolex	87.00	A
3	TF 33	51.67	AB	3	L-TF 33	86.67	A
1	Barolex	41.20	B	2	Variante	85.00	A
5	Fawn	35.97	B	4	Dovey	81.80	A

Promedios con la misma letra pertenecen a un mismo grupo  
 Promedios con letras diferentes pertenecen a grupos diferentes

La prueba de Duncan para el porcentaje de materia seca de las variedades refleja diferencias formando dos grupos, donde la variedad Dovey tiene el mayor porcentaje de materia seca y la variedad Fawn la de menor peso. Las otras variedades comparten medias similares, así Bariane y TF-33 tienen medias similares, pero Bariane tiene media similar a otras variedades excepto Dovey.

Las medias de peso de semilla obtenida de parcela útil y sometida a la prueba de Duncan dan por resultado que todas ellas corresponden a un mismo grupo de medias, lo que quiere decir que estas son similares coincidentemente con el ANVA realizado para esta misma variable.

**Cuadro 23. Prueba de Duncan para índice de cosecha en parcela útil**

Línea	Nombre	Media	Duncan
4	Dovey	0.6010	A
2	Bariane	0.5497	AB
3	TF 33	0.5427	AB
5	Fawn	0.4960	BC
1	Barolex	0.4667	C

Promedios con la misma letra pertenecen a un mismo grupo  
Promedios con letras diferentes pertenecen a grupos diferentes

La prueba de Duncan para índice de cosecha conforma tres grupos de medias significativamente diferentes, destacándose que Dovey tiene 0.6 de índice de cosecha. De la misma forma, el menor valor de índice de cosecha corresponde a Barolex con 0.46 (cuadro 23).

**Cuadro 24. Análisis de varianza para peso seco de inflorescencia cosechada**

F. de V.	DF	SC	MS	Fc	P
Variedad	4	625.34	156.34 *	5.66	0.018
Bloque	2	4400.32	2200.16 **	79.67	0.000
Error	8	220.99	27.62		
Total	14	5246.65			
CV %					

F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

Las diferencias entre variedades en el peso seco de inflorescencia cosechada son significativas para variedades, de la misma forma para bloques (cuadro 24). En el primer caso, refleja las diferencias varietales que se han expresado en diferencias en peso seco de inflorescencia y en el segundo la heterogeneidad del suelo.

#### 4.3.7. Porcentaje de germinación

**Cuadro 25. Análisis de varianza para porcentaje de germinación de semilla de variedades de festuca alta**

<b>F. de V.</b>	<b>DF</b>	<b>SC</b>	<b>MS</b>	<b>Fc</b>	<b>P</b>
Variedad	4	2533.73	633.43**	7.99	0.001
Bloque	2	40.76	20.38 ns	0.26	0.03
Error	8	633.91	79.24		
Total	14	3208.40			
CV %		27.2			

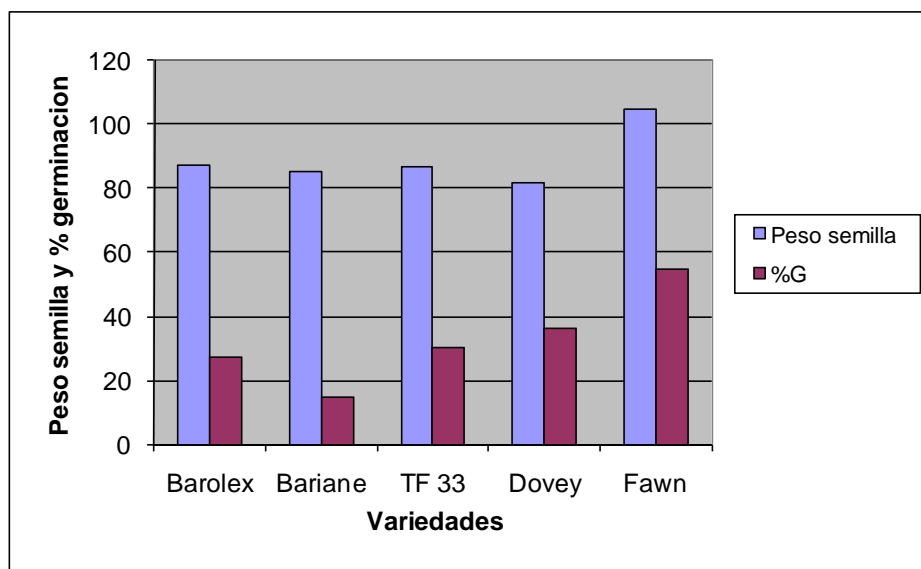
F.de V.=Fuente de variación  
Fc=F calculado

SC= Suma de cuadrados  
\*\* = Altamente significativo

CM= Cuadrado medio  
ns = No significativo

El ANVA para el porcentaje de germinación muestra que las diferencias en porcentaje de germinación de las variedades en estudio son altamente significativas. Esto quiere decir que las diferencias observadas entre variedades son atribuibles a propiedades genéticas de las variedades, lo cual puede ser la eficiencia fisiológica, la precocidad, el vigor de semilla y otros. Las diferencias entre bloques no son significativas, lo cual se explica por las condiciones homogéneas de laboratorio.





**Figura 5. Gráfica del peso de semilla por parcela útil y porcentaje de germinación**

La figura 5 representa el peso de semilla obtenida de la parcela útil y el porcentaje de germinación de cinco variedades de festuca alta. Se puede ver una cierta relación entre el mayor peso de semilla obtenido y el mayor porcentaje de germinación. Esto podría explicarse sobre la base de que la variedad ha alcanzado la madurez en mejores condiciones y por tanto está relacionado con la germinación que se discute en las próximas secciones.

**Cuadro 26. Prueba de Duncan para el porcentaje de germinación de 5 variedades de festuca**

Línea	Nombre	Media	Duncan
5	Fawn	54.61	A
4	Dovey	36.28	B
3	TF 33	30.40	BC
1	Barolex	27.33	BC
2	Bariane	14.87	C

En general las variedades de festuca han registrado un bajo porcentaje de germinación, lo cual se atribuye a las condiciones adversas de la temperatura, ya que se registró una helada al final del periodo de llenado de la semilla (cuadro 26).

En el cuadro 21, la prueba de Duncan para porcentaje de germinación agrupa a las variedades en cuatro grupos de medias significativamente diferentes donde la variedad Fawn es la que tiene el mayor porcentaje de germinación con 54.61% que es un valor diferente a los demás variedades. Finalmente el tercer grupo está conformado por Bariane con un mínimo porcentaje (14.87%).

El porcentaje menor de germinación puede atribuirse a otros factores. Fernández y Jhonston (1986), sostienen que no todas las semillas germinan de inmediato al ser colocadas en un medio favorable. o sea, en condiciones adecuadas de agua, temperatura y oxígeno. El rango de temperatura para la germinación es bastante amplio, variando con las especies, así para trigo es de 1 a 35°C y para maíz de 5 a 45°C, además sugieren otras pruebas rápidas como el uso del tetrozolio. La no germinación por factores ambientales se conoce como reposo o quiescencia y la que es debida a factores inherentes a la semilla se conoce como latencia, letargo o dormancia.

## **VI. CONCLUSIONES**

Las variedades de Festuca alta evaluadas en fase reproductiva muestran diferencias altamente significativas entre variedades en altura de planta, diámetro de follaje, altura de follaje, lo que representa que estas pueden atribuirse a aspectos propias de las variedades

El diámetro de corona no muestra diferencias estadísticamente significativas para variedades, lo cual representa que las variedades son similares en dichas variables.

Las variables de cosecha tales como peso de ion florescencia fresca y seca así como la materia seca son altamente significativas para las variedades, evidenciándose que el material genético varía en estas características

El índice de cosecha de las variedades es altamente significativo con valores cercanos y superiores al 0.5 que reflejan las diferencias genéticas para ese carácter, siendo superior la variedad Dovey (0.6) e inferior la Barolex (0.46).

El rendimiento de semilla también presenta diferencias significativas entre variedades, lo cual quiere decir que algunas variedades rinden mejor que las otras.

El porcentaje de germinación de las semillas muestra diferencias altamente significativas para variedades, sin embargo, los porcentajes generales son bajos debido al efecto de la helada que ha afectado al final del periodo de llenado de semilla.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se sugiere continuar con la evaluación del material en razón de que cada año es diferente el en altiplano.

Se recomienda replicar el estudio en zonas más benignas para asegurar la producción de semilla.

Para asegurar la producción de semilla, se sugiere aplicar al menos un riego deficitario al inicio del rebrote, lo cual favorecería a la maduración anticipada.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Bean, E.W. 1987 y Wulff, R.D. 20035. Producción y calidad de semillas en Cuatro Poaceas. Agric. Téc.,63(2):146-155.

BARENBRUG. S-f. Bariane and Barolex. Oregon Estados Unidos. Disponible: [www.barusa.com](http://www.barusa.com).

BARENBRUG. S-f. TF-33. Oregon Estados Unidos. Disponible: [www.barusa.com](http://www.barusa.com)

Bartosik R., L Cardoso y Piñeiro E.D. 2008Secado de semillas forrajeras. EEA INTA, Balcarce, Argentina (13 p.).

Bernal, J.L. 2005. Manual de manejo de pastos cultivados para la zonas alto andinas. Dirección General de Promoción Agraria, Ministerio de Agricultura, Perú. 32 p.

Bertín, O.D. y D. Dell'Agustino. 2003. El Pastoreo Otoño-Invernal de la Festuca Alta (*Festuca Arundinacea* Schreb) y la Producción de Semilla. Revista de tecnología Agropecuaria. 7(20):28-31.

Bertin, O D. y B. S. Rosso. 1991. Evaluación de cultivares de *Festuca arundinacea* Schreb. en la producción de semilla. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. 15 p.

CIF. 2005. Festuca alta. CIF-La Violeta, Cochabamba, Bolivia. S-p.

Cochran, G. y Cox, W. 1990. Diseños experimentales. México, Trillas. 661 p.

Dell'Agostino, E. y O.D. Bertín. 2002. Diferentes fuentes de nitrógeno en la producción de semilla de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.). Revista de Tecnología Agropecuaria. 7(20):39-41.

Egley, G.H. 1995. Seed germination in soil dormancy cycles. *In* Kigel, J. and G.

Fernández G. y M. Johnston. 1986. Fisiología vegetal experimental. . Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. . Serie Libros y Materiales Educativos No. 58.

Gispert C. s/a. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. OCEANO GRUPO EDITORIAL, Barcelona, España. 1032 p.

Hannaway, D. Franse, S. Cropper, J., Chaney, M., Griss, T., Halse, R., Harst, J., Cheeke, P. Hansen, D. Klinger, R. y Lance, W. 1999. Festuca Alta (*Festuca arundinacea* Scheb.). Penn State University, PNW 504. P-20.

Hughes, H.D., Herat, M.E. y Metacalfe, D.S. Forrajes, la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. Trad. José Luis de la Loma. C.E.C.S.A. México. 758 p.

Johnston, M., A. Olivares y J. Laura. 2003. Producción y calidad de semillas en cuatro poaceas. Efecto de cortes con distintas frecuencias y en diversas etapas fenológicas. 12.p. Disponible en [www.monografias.com](http://www.monografias.com) (accedido 25 febrero 2009).

Miranda, F. s/a. Selección de gramíneas forrajeras precoces y resistentes a heladas. Estación Experimental Illpa-Puno, INIA. Visión Veterinaria.

Mozzoni, B. Festuca y Festucosis, Conceptos y Criterios. Disponible en [www.Producción-animal.com.ar](http://www.Producción-animal.com.ar) (accedido el 25 febrero de 2009)

ORS (Oficina Regional de Semillas). 1998. Proyecto de desarrollo integral de semillas, programa nacional de semillas. Cochabamba, Bolivia.

Renvoize, S.A. 1998. Gramíneas de Bolivia. Continental, Belgica. 642 p

Souttie, J.M. 2003. Conservación de henos y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. FAO, Departamento de Agricultura, Roma. Colección FAO: Producción y Conservación Vegetal No.29.

Tapia, M.E. 1971. Patos naturales del altiplano de Perú y Bolivia. IICA, Quito, Ecuador, Programa de Investigación Zona Andina. Publicación Miscelánea No. 85.

William, R. 1999. Pacific Northwest Weed Control Handbook (Oregon State University, Corvallis, revised annually).

<http://www.Elcampovirtual.com> - 10/01/2008.

<http://www.elcampovirtual.com.ar/rubros> -14.html

[http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Fest\\_arun\\_p.htm](http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Fest_arun_p.htm)

<http://www.elcampovirtual.com.ar/rubros> -112.html).

Festuca arundinacea, 2007: [http://es.wikipedia.org/wiki/Festuca\\_arundinacea](http://es.wikipedia.org/wiki/Festuca_arundinacea)

UNAVARRA. 2008. Festuca arundinacea. Disponible en

[http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Fest\\_arun\\_p.htm](http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Fest_arun_p.htm).

<http://www.barenbrug.com/barusa/EN/grasses.php?page=product&segmentid=289&productid=864&product=Bariane&tabblad=productoverzicht>

# ANEXOS



## IX. ANEXOS

### Anexo 1. CROQUIS DEL EXPERIMENTO

IV	3	4	2	1	5	6
III	1	2	3	4	5	6
II	6	4	1	2	3	5
I	3	5	6	4	1	2

### Material genético

1	Barolex
2	Bariane
3	TF 33
4	L-SN
5	Dovey
6	Fawn

### Anexo 2. Temperatura y precipitación media mensual

Meses/TºPP	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tº Mínima (C)	4,3	3,2	10	1,3	-3,2	-6,8	-5,9
Tº Máxima (C)	18,1	17,6	16,6	17,3	17,2	18,4	15,7
Tº Media (C.)	11,2	10,4	13,3	9,3	7	5,8	4,9
Precipitación (mm)	107	51,5	101	56,4	6,9	0	33,8

### Anexo 3. Resultados del análisis de varianza para altura de planta, diámetro de follaje y diámetro de corona

Analysis of Variance for AltPl 1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	143.36	143.36	71.68	3.39	0.075 ns
Var	5	4017.14	4017.14	803.43	38.02	0.000 **
Error	10	211.30	211.30	21.13		
Total	17	4371.80				

Analysis of Variance for AltPl 2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Blo	2	350.92	350.92	175.46	5.16	0.029	*
Var	5	3518.46	3518.46	703.69	20.70	0.000	**
Error	10	339.98	339.98	34.00			
Total	17	4209.36					

Media 42.2  
CV=13.8

Analysis of Variance for AltPl 3, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Blo	2	201.3	201.3	100.7	1.91	0.199	ns
Var	5	7429.0	7429.0	1485.8	28.17	0.000	**
Error	10	527.5	527.5	52.8			
Total	17	8157.8					

Media 48.2  
Cv 15.07%

Analysis of Variance for AltPl 4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	
Blo	2	13.9	13.9	7.0	0.08	0.920	ns
Var	5	10747.7	10747.7	2149.5	26.00	0.000	**
Error	10	826.9	826.9	82.7			
Total	17	11588.6					

Media 51.33  
Cv 17.7%

#### **Anexo 4. Resultados del ANVA para altura de planta, diámetro de follaje y corona en 4 periodos de lectura**

Analysis of Variance for DiaFo 1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	20.88	20.88	4.18	0.34	0.879
Var	5	59.48	59.48	29.74	2.41	0.140
Error	10	123.55	123.55	12.36		
Total	17	203.92				

Analysis of Variance for DiaFo 2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	25.93	25.93	5.19	0.38	0.853
Var	5	70.12	70.12	35.06	2.56	0.127
Error	10	137.18	137.18	13.72		
Total	17	233.23				

Analysis of Variance for DiaFo 3, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	64.607	64.607	12.921	2.46	0.106
Var	5	24.236	24.236	12.118	2.31	0.150
Error	10	52.572	52.572	5.257		
Total	17	141.415				

Analysis of Variance for DiaFo 4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	117.464	117.464	23.493	2.80	0.078
Var	5	23.427	23.427	11.714	1.40	0.292
Error	10	83.929	83.929	8.393		
Total	17	224.821				

Media 48.2

Cv 15.07%

Analysis of Variance for DiaCo 1, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	3.0336	3.0336	1.5168	1.56	0.256 ns
Var	5	0.6721	0.6721	0.1344	0.14	0.979 ns
Error	10	9.6933	9.6933	0.9693		
Total	17	13.3990				

Media 9.44

Cv 10.42%

Analysis of Variance for DiaCo 2, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	7.463	7.463	3.732	1.29	0.317 ns
Var	5	4.593	4.593	0.919	0.32	0.891 ns
Error	10	28.903	28.903	2.890		
Total	17	40.960				

Media 11.2

Cv 15.17%

Analysis of Variance for DiaCo 3, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	4.447	4.447	2.223	0.95	0.418 ns
Var	5	9.008	9.008	1.802	0.77	0.591 ns
Error	10	23.335	23.335	2.334		
Total	17	36.790				

Media 13.0242

Cv 11.17%

Analysis of Variance for DiaCo 4, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	2	5.143	5.143	2.572	0.82	0.470 ns
Var	5	14.312	14.312	2.862	0.91	0.513 ns
Error	10	31.550	31.550	3.155		
Total	17	51.005				

Media 14.75

Cv 12.05%

## Anexo 5. Resultados del ANVA para peso (fresco y seco) de inflorescencia, peso semilla individual e índice de cosecha

Analysis of Variance for P.Inf. M, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	4	224344	224344	56086	6.44	0.01
Var	2	67484	67484	33742	3.88	0.067
Error	8	69652	69652	8707	361481	
Total	14					

Analysis of Variance for P.Inf.MS, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	4	7607.4	7607.4	1901.9	1.92	0.200
Var	2	34001.3	34001.3	17000.7	17.20	0.001
Error	8	7907.6	7907.6	988.4		
Total	14	49516.3				

Analysis of Variance for Msinf, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	4	1735.18	1735.18	433.79	4.74	0.030
Var	2	595.85	595.85	297.92	3.25	0.093
Error	8	732.68	732.68	91.59		
Total	14	3063.71				

Analysis of Variance for P.Sem., using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	4	937.2	937.2	234.3	0.71	0.607
Var	2	6945.3	6945.3	3472.7	10.53	0.006
Error	8	2639.0	2639.0	329.9		
Total	14	10521.5				

Analysis of Variance for I.C., using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	4	0.032244	0.032244	0.008061	6.11	0.015
Var	2	0.002189	0.002189	0.001095	0.83	0.471
Error	8	0.010559	0.010559	0.001320		
Total	14	0.044992				

Analysis of Variance for I.C., using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Blo	4	0.032244	0.032244	0.008061	6.11	0.015
Var	2	0.002189	0.002189	0.001095	0.83	0.471
Error	8	0.010559	0.010559	0.001320		
Total	14	0.044992				

## Anexo 6. Resultados de la prueba de Duncan para altura planta lecturas 1 a 4

Identifier	Mean	Alt 1
4	70.69	
5	37.77	
6	35.73	
3	30.13	
1	29.83	
2	26.26	

Identifier	Mean	Alt 2
4	72.50	
5	42.03	
6	38.63	
3	34.90	
1	34.49	
2	30.83	

Identifier	Mean	Alt 3
4	70.69	
5	37.77	
6	35.73	
3	30.13	
1	29.83	
2	26.26	

Identifier	Mean	Alt 4
4	105.47	
5	45.80	
6	43.20	
3	39.07	
1	39.00	
2	35.43	

## Anexo 7. Resultados de la prueba de Duncan para diámetro de follaje lecturas 1 al 4

### Diametro follaje

Identifier	Mean
5	20.57
1	20.25
2	19.27
6	18.80
3	17.80
4	17.80

Identifier	Mean
1	24.37
5	23.97
6	22.90
2	22.59
3	21.60
4	20.97

Identifier	Mean
5	28.37
1	27.17
6	26.25
2	25.90
3	25.73
4	22.20

Identifier	Mean
5	28.37
1	27.17
6	26.25
2	25.90
3	25.73
4	22.20

Identifier	Mean Dia Fo 4
5	32.37
1	29.99
6	28.50
2	28.37
3	27.80
4	23.87

**Anexo 8. Resultados de la prueba de Duncan Peso fresco, pero MS, %MS, peso semilla e índice de cosecha.**

Identifier	Mean Peso fresco
5	547.9
1	469.6
3	309.3
2	305.3
4	210.7

Identifier	Mean Materia seca
5	202.0
1	188.3
3	160.3
2	156.7
4	139.9

Identifier	Mean % Materia seca
4	67.30
2	51.70
3	51.67
1	41.20
5	35.97

Identifier	Mean Peso semilla
5	104.33
3	87.00
2	86.67
1	85.00
4	81.80

Identifier	Mean IC
4	0.6010
2	0.5497
3	0.5427
5	0.4960
1	0.4667

### Anexo 9. Prueba de Duncan para diámetro corona de 1 al 4 lectura

Identifier	Mean
6	9.733
5	9.567
2	9.527
4	9.433
1	9.260
3	9.153

Identifier	Mean
5	12.00
6	11.60
2	11.27
4	11.13
3	10.63
1	10.57

Identifier	Mean
6	13.83
5	13.73
2	13.30
1	13.11
3	12.13
4	12.04

Identifier	Mean
5	16.17
1	15.33
6	15.07
2	14.57
3	13.77
4	13.60

## Anexo 10. ANVA y Duncan para porcentaje de germinación

### ANVA para % germinación

Bloq stratum	2	40.76	20.38	0.26
Bloq.*Units* stratum				
Var	4	2533.73	633.43	7.99 0.007
Residual	8	633.91	79.24	
Total	14	3208.40		

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Bloq	2	2.02	6.2
Bloq.*Units*	8	8.90	27.2

Identifier	Mean
5	54.61
4	36.28
3	30.40
1	27.33
2	14.87



## Anexo 11. Valores originales del porcentaje de germinación

Var	Rep	Var	%G
1	1	1	26
1	2	1	34
1	3	1	22
Media			27.33
2	1	2	12
2	2	2	10.5
2	3	2	22.12
Media			14.87
3	1	3	39
3	2	3	30.5
3	3	3	21.7
Media			30.4
4	1	4	34
4	2	4	27
4	3	4	47.83
Media			36.28
5	1	5	45
5	2	5	57.5
5	3	5	61.32
Media			54.61

## Anexo 12. Análisis de suelo

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON  
FAC. de CIENCIAS AGRICOLAS y PECUARIAS  
"Martín Cárdenas"  
Dpto. de Ingeniería Agrícola

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



### ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS

Interesado: FUNDACIÓN PROINPA

Proyecto: Tesis de Grado Resp.: Cristina Ticona

Procedencia: Localidad Viacha - La Paz

<b>N° LAB.</b>		1176			
<b>Identificación</b>	muestra	Festuca Alta			
<b>Prof.</b>	cm	0-20			
<b>TEXTURA</b>		FY			
<b>% Arcilla</b>		34			
<b>% Limo</b>		25			
<b>% Arena</b>		41			
<b>Densidad Aparente</b>	g/cm <sup>3</sup>				
<b>pH</b>	1:2,5 (suelo-agua)				
<b>C.E Milimhos/cm</b>	1:2:5 (suelo/agua)				
<b>Cationes Intercambiables</b> <i>me/100 g</i>	<b>Calcio</b>				
	<b>Magnesio</b>				
	<b>Sodio</b>				
	<b>Potasio</b>	2.91			
<b>T.B.I</b>	<i>me/100g</i>				
<b>C.I.C.</b>	<i>me/100g</i>				
<b>% Saturación de Bases</b>					
<b>Azufre disponible *</b>	<i>ppm</i>				
<b>Materia orgánica</b>	%	3.80			
<b>Nitrógeno total (Nt)</b>	%	0.196			
<b>Fósforo disponible **</b>	<i>ppm</i>	7.6			
<b>Relación C:N</b>					

C.E. = Conductividad eléctrica

\* Método:

TEXTURA: F = Franco; Y = Arcilla; L = Limo; A = Are

\*\* Método: OLSEN Modif.

C.I.C. = Capacidad de intercambio catiónico

T.B.I. = Total de bases intercambiables

Fecha: Cbba., Octubre de 2009

**Anexo 13. FOTOS ILUSTRATIVOS DEL ESTUDIO**



**Foto 1. Plantas en fase vegetativa**



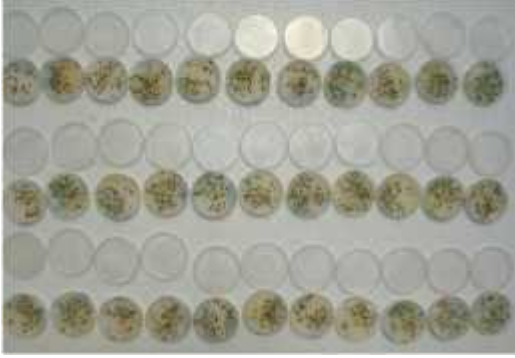
**Foto 2. Plantas en fase reproductiva**



**Foto 3. Plantas en inicio de madurez**



**Foto 4. Altura de plantas de festuca**



**Foto 5. Prueba de germinación**



**Foto 6. Plántulas de festuca alta**