



Theses and Dissertations

---

2005

## Agronomical evaluation of six species of forage grass tolerant to salinity in the Tamborada region

Bladimir Vargas Rojas  
*Brigham Young University - Provo*

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agronomy and Crop Sciences Commons](#)

---

### BYU ScholarsArchive Citation

Vargas Rojas, Bladimir, "Agronomical evaluation of six species of forage grass tolerant to salinity in the Tamborada region" (2005). *Theses and Dissertations*. 5448.  
<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5448>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact [scholarsarchive@byu.edu](mailto:scholarsarchive@byu.edu), [ellen\\_amatangelo@byu.edu](mailto:ellen_amatangelo@byu.edu).

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**  
**"DR. MARTÍN CÁRDENAS"**



**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS ESPECIES DE  
GRAMÍNEAS FORRAJERAS TOLERANTES A LA SALINIDAD EN  
LA TAMBORADA**

**TESIS DE GRADO PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**BLADIMIR VARGAS ROJAS**

**Cochabamba – Bolivia**  
**2005**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**  
**“Dr. MARTÍN CARDENAS”**



**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS ESPECIES DE  
GRAMÍNEAS FORRAJERAS TOLERANTES A LA SALINIDAD EN  
LA TAMBORADA**

**TESIS DE GRADO PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Bladimir Vargas Rojas**

**Cochabamba – Bolivia  
2005**

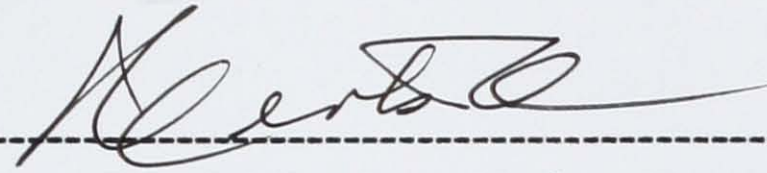
## Agronomical Evaluation of Six Species of Forage Grass Tolerant to Salinity in the Tamborada Region

### Abstract

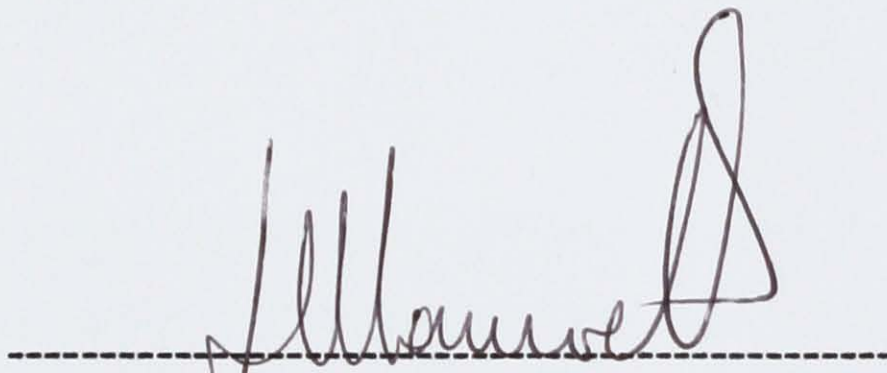
Six forage grass species from the United States were evaluated for salinity tolerance and growth performance. A randomized block design was used with six repetitions of five furrows each to maintain experimental consistency. The study was conducted in the Tamborada region of Cochabamba, Bolivia from December 2003 through June 2004. Results indicated that significant differences exist between species ( $P < 0.01$ ). The species *Elymus cinereus* and *Agropyron elongatum* demonstrated the best performance regarding plant height, achieving heights of 35.4 cm and 32.7 cm respectively. *Festuca arundinacea* and *Agropyron elongatum* obtained larger percent coverage than the other species with 79.59% and 76.53% respectively. These species also exceed the others in production of green forage (1500.00 kg/ha and 13985.80 kg/ha) as well as in production of dry matter (5000.70 kg/ha and 4862.85 kg/ha). They are recommended for production in the region of Tamborada, Cochabamba, Bolivia.

## HOJA DE APROBACION

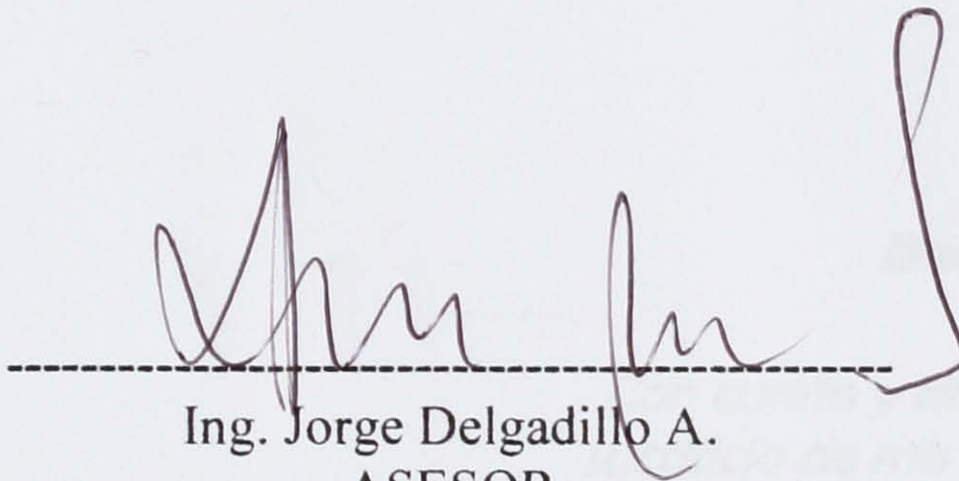
Tesis revisada y aprobada por el siguiente tribunal:



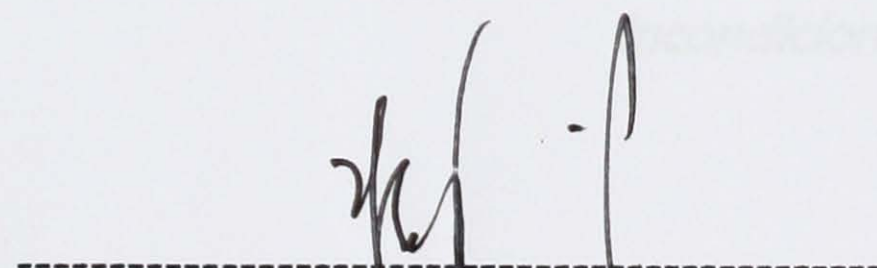
Ing. M.Sc. Juan Herbas B.  
ASESOR



Ing. M.Sc. Juan Villarroel S.  
ASESOR



Ing. Jorge Delgadillo A.  
ASESOR



Ing. M.Sc. Hermógenes Espinoza  
DECANO FCAyP

## AGRADECIMIENTOS

A mis más sinceros reconocimientos y agradecimientos.

Al Banco Agrícola and Faoel lasinas por haberme facilitado los medios materiales y económicos para la realización del presente estudio.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón, por los predios que me facilitó y la formación que me dio.

A mi profesor principal Ing. M.Sc. Juan Herbas, por sus acertadas recomendaciones y sugerencias y apoyo incondicional durante el periodo de investigación y redacción de la tesis.

A mi asesor Ing. M.Sc. Juan Villaruel por su valiosa cooperación, recomendaciones durante la redacción de la tesis.

### **Dedicatoria**

*Con cariño y amor a Dios; al esfuerzo sacrificio de mis padres Manuel Vargas Argote y Maura Rojas Álvarez y a mis hermanos C. Norma, Nicomedes, J. Antonio, J. Crisóstomo por su apoyo incondicional durante mi formación profesional*

A mi asesor Ing. Jorge Delgado por su apoyo durante la redacción de la tesis.

Al Dr. Melicio M. Siles por sus acertadas recomendaciones en los diferentes estudios.

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros reconocimientos y agradecimientos:

Al Benson Agriculture and Food Institute por haberme facilitado los medios materiales y económicos para la realización del presente estudio.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón, por los predios que me facilitó y la formación que me dio.

A mi consejero principal Ing. M.Sc. Juan Herbas, por sus acertadas recomendaciones y sugerencias y apoyo incondicional durante el periodo de investigación y redacción de la tesis.

A mi asesor Ing. M.Sc. Juan Villarroel por su valiosa cooperación, recomendación durante la redacción de la tesis.

A mi asesor Ing. Jorge Delgadillo por sus acertadas recomendaciones y sugerencias durante la redacción de la tesis.

Al Dr. Melicio M. Siles por sus acertadas recomendaciones en las decisiones estadísticas.

# INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
OBJETIVO GENERAL .....	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	2
HIPOTESIS .....	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES DE UN SUELO SALINO. ....	3
2.1.1 <i>Germinación en suelos salinos</i> .....	3
2.1.2 <i>Establecimiento de plántulas en suelos salinos</i> .....	4
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS SALINOS Y ALCALINOS EN LOS VALLES DE COCHABAMBA .....	5
2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU SALINIDAD Y ALCALINIDAD.....	6
2.3.1 <i>Suelos Salinos Sódicos</i> .....	7
2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO.....	8
2.5 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN LA AGRICULTURA Y GANADERÍA. ....	9
2.6 INFLUENCIA DEL CLIMA EN FORRAJES .....	10
2.7 FACTORES CLIMÁTICOS .....	10
2.6.1 <i>Temperatura</i> .....	11
2.6.2 <i>Humedad</i> .....	11
2.6.3 <i>Luz</i> .....	12
2.8 DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA DE GRAMÍNEAS EN EVALUACIÓN.....	12
2.8.1 <i>Agropyron alargado (Agropyron elongatum)</i> . ....	13
2.8.1.1 Origen. ....	13
2.8.1.2 Descripción de la especie. ....	13
2.8.1.3 Distribución y adaptación.....	14
2.8.2 <i>Trigo híbrido (Agropyron repens x spicatum)</i> .....	14
2.8.2.1 Origen. ....	14
2.8.2.2 Descripción de la especie .....	15
2.8.2.3 Adaptación. ....	15
2.8.3 <i>Pasto salado (Distichlis stricta)</i> .....	15
2.8.3.1 Descripción de la especie .....	16
2.8.4 <i>Elymus (Elymus cinereus)</i> .....	16
2.8.4.1 Descripción de la especie. ....	17
2.8.5 <i>Elymus (Elymus junceus)</i> . ....	17
2.8.5.1 Origen. ....	18
2.8.5.2 Descripción de la especie. ....	18
2.8.6 <i>Festuca alta (Festuca arundinacea)</i> . ....	18
2.8.6.1 Origen. ....	19
2.8.6.2 Descripción de la especie. ....	19
2.8.6.3 Distribución y adaptación.....	19
2.8.7 <i>Evaluación agronómica</i> .....	19
2.8.7.1 Evaluación del contenido de materia seca de los forrajes.....	19
2.8.7.2 Acumulación de biomasa inerte .....	20
2.9 INTRODUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE ESPECIES. ....	21
2.8.1 <i>Densidad</i> .....	21
2.8.2 <i>Palatabilidad</i> . ....	21
2.8.3 <i>Relación valor alimenticio y digestibilidad</i> . ....	22
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 MATERIALES. ....	23
3.1.1 <i>Características de la zona de estudio</i> . ....	23
3.1.1.1 Ubicación geográfica. ....	23



3.1.1.2	Clima.....	23
3.1.1.3	Precipitación.....	23
3.1.1.4	Temperatura.....	24
3.2	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL SUELO.....	24
3.3	MATERIAL VEGETAL.....	25
3.4	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	25
3.5	EQUIPO DE LABORATORIO.....	25
3.6	MATERIAL DE GABINETE.....	25
3.7	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO.....	26
3.7.1	<i>Tratamientos</i> .....	26
3.7.2	<i>Diseño experimental</i> .....	26
3.7.3	<i>Características de la parcela experimental</i> .....	26
3.7.4	<i>Croquis del campo experimental</i> .....	27
3.7.5	<i>Preparado del terreno</i> .....	27
3.7.6	<i>Siembra</i> .....	27
3.7.7	<i>Labores culturales</i> .....	28
3.8	EVALUACIÓN DE VARIABLES DE RESPUESTA.....	28
3.8.1	<i>Altura de la planta</i> .....	29
3.8.2	<i>Cobertura vegetal</i> .....	29
3.8.3	<i>Rendimiento en materia verde</i> .....	29
3.8.4	<i>Rendimiento en materia seca</i> .....	29
3.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>31</b>
4.1	4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	31
4.2	4.2 CONDICIONES EDÁFICAS.....	32
4.3	4.3 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA.....	33
4.3.1	<i>Cuadrados medios correspondientes al análisis de varianza de las variables de respuesta</i> .....	34
4.3.2	<i>Altura de la planta</i> .....	35
4.3.3	<i>Cobertura vegetal</i> .....	36
4.3.4	<i>Rendimiento en materia verde</i> .....	38
4.3.5	<i>Rendimiento en materia seca</i> .....	39
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VI.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>44</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Normas de clasificación para los suelos salinos alcalinos.....	5
Cuadro 2. Respuesta de la planta asociada con diferentes rangos de CE del extracto de saturación de los suelos.....	7
Cuadro 3. Temperatura promedio de la zona del ensayo.....	24
Cuadro 4. Especies del ensayo.....	25
Cuadro 5. Características del ensayo experimental.....	26
Cuadro 6. Datos del análisis físico-químico del suelo.....	33
Cuadro 7. Cuadrados medios correspondientes a los análisis de varianza para el rendimiento de cada una de las especies de estudio.....	34
Cuadro 8. Análisis de varianza correspondiente a altura planta de cinco especies de gramíneas.....	35
Cuadro 9. Medias de altura planta.....	35
Cuadro 10. Análisis de varianza correspondiente a la cobertura vegetal de cinco especies de gramíneas.....	37
Cuadro 11. Medias de cobertura vegetal .....	37
Cuadro 12. Análisis de varianza correspondiente a materia verde de cinco especies de gramíneas.....	38
Cuadro 13. Medias para el rendimiento en materia verde para cada especie.....	39
Cuadro 14. Análisis de varianza correspondiente a materia seca de cinco especies de gramíneas.....	39
Cuadro 15. Medias para el rendimiento en materia verde para cada especie.....	40

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Clasificación de suelos con problemas de sales o sodio, en base a los criterios de laboratorio de salinidad de los Estados Unidos de Norte América.....	7
2. Distribución mensual de la temperatura y precipitación durante el ensayo en la Tamborada.....	32

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Vista previa del tratamiento <i>Agropyron elongatum</i> antes de evaluar.....	12
Fotografía 2. Vista previa del tratamiento <i>Agropyron repens</i> * <i>Spicatum</i> antes de evaluar.....	14
Fotografía 3. Vista previa del tratamiento <i>Elymus cinereus</i> en la etapa final de desarrollo.....	16
Fotografía 4. Vista previa del tratamiento <i>Elymus junceus</i> en la etapa final de desarrollo, antes de la evaluación.....	17
Fotografía 5. Vista previa del tratamiento <i>Festuca arundinacea</i> en la etapa final de desarrollo .....	18

## INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Evaluación de Cobertura Vegetal en %.....	49
Anexo 2. Datos de Altura Planta en cm. ....	50
Anexo 3. Rendimiento de Materia Verde y Seca en Kg/ha.....	51
Anexo 4. Datos corridos de Altura Planta.....	52
Anexo 5. Datos corridos de Cobertura Vegetal.....	53
Anexo 6. Datos corridos de Materia Verde.....	54
Anexo 7. Datos corridos de Materia Seca.....	55

## ABSTRACT

### "Evaluation agronomic of six forage grasses crops tolerant to salinity in the Tumbadora Region"

Blasimir Vargas Rojas

With the objective of identify the forage grasses crops tolerant to salinity with the best behavior and performance. They come from the United States. The random design of blocks used with six repetitions of five animals per experimental unity in the region of La Tumbadora from December, 2003 until June, 2004. The results reveal that there are meaningful differences among the species ( $P < 0.001$ ). The species *Elymus ciliaris* and *Agropyron elongatum* showed the best behavior regarding plant height, achieving 75.4 and 32.7 cm respectively. *Pennisetum arundinaceum* and *Agropyron elongatum* obtained a bigger coverage with 79.59 and 76.53 % respectively. These ones exceed the rest of the other species, mainly in the production of green forage with 1500.00 and 1398.80 Kg/ha, and production of dry matter with 509.70 and 486.85 Kg/ha. These are recommended for production in the region of Tumbadora, Cochabamba.

Key words: Tumbadora, salinity, foraging grasses crops, species.

## RESUMEN

### **Evaluación agronómica de seis especies de gramíneas forrajeras tolerantes a la salinidad en la Tamborada**

Bladimir Vargas Rojas

Con el objetivo de identificar las especies de gramíneas forrajeras tolerantes a la salinidad con mejor comportamiento y mejor rendimiento, se evaluaron seis especies procedentes de los Estados Unidos, utilizando el diseño de bloques completamente al azar con seis repeticiones de cinco surcos por unidad experimental en la zona de la Tamborada, durante el periodo de diciembre 2003 a junio del 2004. Los resultados indican diferencias significativas entre especies ( $Pr < 0.01$ ). El comportamiento de las especies en cuanto a altura planta, tuvo mayor repercusión entre las especies (*Elymus cinereus*) Elymus y (*Agropyron elongatum*) Agropiron alargado con 35.4 y 32.7 cm. de altura respectivamente. (*Festuca arundinacea*) Festuca alta y (*Agropyron elongatum* Agropiron) alargado, estadísticamente iguales forman mayor cobertura que las demás especies con 79.59 y 76.53% comparativamente. Las mismas que superaron al resto de las especies, principalmente en producción de forraje verde con 1500.00 y 13985.80 Kg./ha.; y obtención de materia seca con 5000.70 y 4862.85 Kg./ha., recomendables para su producción en la zona de Tamborada-Cochabamba.

Palabras claves: Tamborada, salinidad, gramínea forrajera, especie

## ABSTRACT

### **"Evaluation agronomic of six forage gramineous crops tolerant to salinity in the Tamborada Región"**

Bladimir Vargas Rojas

With the objective of identify the forage graminous crops tolerant to salinity with the best behaviour and performance. They come from the United States. The random design of blocks used with six repetitions of five furrows per experimental unity in the region of La Tamborada from December, 2003 until June, 2004. The results reveal that there are meaningful differences among the species ( $Pr < 0.001$ ). The species *Elymus cinereus* and *Agropyron elongatum* showed the best behaviour regarding plant height achieving 35.4 and 32.7 cm respectively. *Festuca Arundinacea* and *Agropyron elongatum* obtained a bigger coverage with 79.59 and 76.53 % respectively. These ones exceed the rest of the other species, mainly in the production of green forage with 1500.00 and 13985.80 Kg/ha, and production of dry matter with 5000.70 and 4862.85 Kg/ha. These are recommended for production in the region of Tamborada, Cochabamba.

Key words: Tamborada, salinity, foraging gramine crops, species.

## I. INTRODUCCION

En Bolivia existen extensas zonas de suelo con características de salinidad y alcalinidad, que se encuentran abandonadas. Dentro estas zonas se encuentra el Valle Alto de Cochabamba, con aproximadamente 10552 ha de suelos improductivos y abandonados por problemas ya mencionados anteriormente, por los cual no son explotados adecuadamente en beneficio de los agricultores de la zona de influencia (CORDECO, 1991). A esta gran extensión de suelos se suman 4100 ha clasificadas como suelos de III y IV clase, con limitaciones en los aspectos de salinidad y drenaje. Asimismo existen otras 25000 ha en proceso de salinización.

Al respecto una recopilación de muchos estudios según CISTEL (1990), confirman, que cerca de 7000 ha del Valle Alto, están afectadas con problemas de salinidad y alcalinidad. Los Valles Central y Sacaba tienen alrededor de 8000 ha con problemas similares. Seria de mucho beneficio para la ganadería nacional lograr el establecimiento de sistemas de utilización de las tierras basadas en la producción de pastos, puesto que estos además de ser una fuente proveedor de alimento, protegen el suelo, lo enriquece y mejoran, defendiéndolo contra la acción mecánica de las aguas y vientos.

Por su parte Barrientos (2002), indica que en la actualidad se realiza la cría de animales con una carencia alimenticia bajo el sistema de pastoreo libre. En estas condiciones existen deficiencias nutricionales y se hace necesaria la sustitución de las especies forrajeras nativas con otras especies mejoradas para que la explotación ganadera sea económicamente rentable.

La importancia de la presente investigación, radica en buscar la mejor adaptabilidad de los forrajes en cada zona, utilizando para ello especies tolerantes que desarrollen en suelos salinos alcalinos, para así obtener una actividad agrícola-ganadera, a través del mejoramiento de la calidad y cantidad, que se pueden explotar en el Valle Central de Cochabamba como alimento principal para la ganadería. Con la introducción de nuevas especies se pretende realizar investigaciones preliminares para la obtención de mayor cantidad de biomasa, al mismo

tiempo determinar los rendimientos cualitativos en periodos óptimos de producción, que permitan la selección de especies de acuerdo a su longevidad para planificar cadenas de producción forrajera, diversificando la producción de gramíneas pratenses, de modo que estas suministren una ración equilibrada de nutrientes para el ganado.

El presente trabajo consiste en realizar una evaluación agronómica sobre el comportamiento de especies introducidas, tolerantes a la salinidad, analizando los factores de desarrollo y la perspectiva de constituir un método biológico de recuperación y habilitación de estos suelos.

### **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico de seis especies de gramíneas forrajeras tolerantes a la salinidad en la Tamborada.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Determinar la cobertura vegetal en cada una de las diferentes especies tolerantes a la salinidad.
- ✓ Determinar la altura de la planta en cada una de las especies.
- ✓ Cuantificar la producción de materia verde y materia seca de cada especie.

### **HIPOTESIS**

Seis especies de gramíneas forrajeras tolerantes a la salinidad tienen un comportamiento y rendimiento agronómico diferente en cada bloque de la zona de Tamborada.



## II. REVISION DE LITERATURA

El presente trabajo que considera la introducción de nuevas especies de gramíneas forrajeras en el Valle Central de Cochabamba, para lo cual será necesario tomar en cuenta algunas consideraciones.

### 2.1 Efectos de la salinidad sobre la producción de forrajes.

La salinidad del suelo puede afectar el crecimiento fisiológico (efecto osmótico) y químico (efecto nutritivo o tóxico). Dorronsoro (2003), una concentración alta de sodio puede causar deficiencias de otros elementos como potasio y calcio. Los niveles altos de sulfatos y cloro disminuyen el rango de absorción del nitrógeno. La solución a los problemas salinos recae en la prevención del movimiento de sales ascendente y requiere acciones en la mejor utilización de la humedad del suelo. El drenaje no siempre es recomendado y es necesario realizar cambios en las prácticas culturales. El uso de mejoradores químicos requiere mayores volúmenes de agua y mejores condiciones de drenaje en las superficies con problemas; sin embargo aun sin el lavado, el yeso reducirá la parte quebradiza de la superficie del suelo y con ello mejora la penetración de la humedad.

#### LOS PROBLEMAS CAUSADOS POR LA SALINIDAD:

OSMÓTICOS	Dificultad de absorción de agua por las plantas.
TOXICIDAD	Efectos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.
DISPERSIÓN	Afecta la estructura del suelo y la infiltración de agua.

#### 2.1.1 Germinación en suelos salinos

Al respecto Dorronsoro (2003), señala que la germinación puede ser limitada por bajo potencial osmótico o concentraciones tóxicas de iones específicos.

Las semillas de diferentes especies tienen diferentes niveles de hidratación, debajo de los cuales los procesos fisiológicos de germinación son deprimidos o suprimidos. La germinación en suelos con bajo potencial de agua es limitada, también, por la reducida entrada de agua en la semilla, principalmente cuando el contacto suelo-semilla es muy pobre. El potencial osmótico de los suelos salinos no es necesariamente aditivo en la limitación de la absorción de agua por la semilla.

El mismo autor afirma que la absorción de iones por la semilla puede provocar el descenso de su propio potencial osmótico y facilitar la hidratación, ya que habrá un gradiente de potencial entre suelo y semilla, aunque también es posible que la absorción de iones pueda interferir la germinación, siendo esto muy variable con la especie y las sales presentes en el suelo.

### **2.1.2 Establecimiento de plántulas en suelos salinos**

Dorronsoro (2003), indica que el establecimiento es más sensible a adversidades del medio ambiente que la germinación de la semilla. La tolerancia a la salinidad y bajo potencial osmótico en germinación, estado de plántula y planta adulta, no son correlacionados para una misma especie. Por lo tanto, estudios de crecimiento, supervivencia, productividad y dinámica de las pasturas coasociadas en suelos salinos son muy necesarios.

El mismo autor señala que la salinidad del suelo puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas por reducción de la disponibilidad de agua, por interferencia con procesos fisiológicos o por creación de un desbalance nutricional. La reducción del agua disponible o "sequía fisiológica" debida a la salinidad, sugiere que la mayoría de las plantas que vegetan en suelos salinos ajustan su potencial osmótico para mantener la absorción de agua y turgencia de los tejidos. Aunque el crecimiento en condiciones de bajo potencial osmótico es dependiente del ajustamiento osmótico realizado por la propia planta para mantener la imperiosa necesidad que lleva al desarrollo celular. Esto produce una gran

reducción del crecimiento, aunque la turgencia sea mantenida, ya que este proceso es de alto costo en términos energéticos para la planta.

Por su parte Dorronsoro (2003), indica que la capacidad para tolerar o excluir iones específicos y ajustar su potencial osmótico para mantener un balance hídrico favorable, es considerada la parte esencial de la tolerancia a la salinidad.

## 2.2 Características de los suelos salinos y alcalinos en los Valles de Cochabamba

Al respecto Bonnet (1960), indica que la degradación de los suelos esta ligada a la geología de la región, la topografía plana en la parte baja de los Valles, Alto, Central y Bajo dificulta el drenaje natural y por consecuencia, favorece la acumulación de sales en los suelos. Además, una napa freática cerca de la superficie, un mal uso de agua de riego a nivel parcelario, y la ausencia de redes des de drenaje, reducen la productividad de los suelos.

Una recopilación de muchos estudios, confirman, que al rededor de 8000 ha de la superficie total de los Valles Centrales, están afectadas con problemas de salinidad y alcalinidad. En 1940, una misión mexicana estimo alrededor de 656 ha afectadas por la salinidad y alcalinidad sobre un territorio equivalente a la tercera parte de la superficie total del Valle Central de Sacaba.

Los suelos afectados por el exceso de sales se localizan en su mayor proporción en las zonas áridas y semiáridas.

**Cuadro 1.** Normas de clasificación para los suelos salinos alcalinos.

Naturaleza suelo	C.E. de Extracto de sat. Mmhos/cm.	% de Na Intercambiable	pH
Salino	4 o mayor	Menor de 15	Generalmente < 8.5
Salino – alcalino	4 o mayor	15 o mayor	
No salino- alcalino	Menor de 4	15 o mayor	Generalmente > 8.5

Fuente: Bonnet J. A. 1960

Según el cuadro de las normas de clasificación, los valores de la conductividad eléctrica (CE) debe ser preciso y reproducible hasta la tercera cifra decimal en el rango de los extractos de saturación.

Los suelos de reacción fuertemente alcalina se localizan en áreas que tienen o han tenido mal drenaje como los lechos de lagos antiguos y donde el manto freático puede estar muy superficial. Al mejorar las condiciones de drenaje también se mejoran los suelos y disminuye la concentración salina del suelo superficial.

Al respecto Tejada y Guzmán (1993), mencionan que de las 2000 millones de hectáreas de tierra irrigada en la actualidad (1.6% de la superficie terrestre total), se pierden anualmente 200000 ha (0.1%) por problemas de salinidad y alcalinidad. Este inconveniente de la utilización de áreas salinas, presentes generalmente en zonas semidesérticas y desérticas con factores limitantes de orden edafológico y climático, que atentan negativamente contra el éxito de cualquier cultivo o plantación; pueden ser restituidas a la productividad mediante la plantación de arbustos forrajeros (halófitas del género *Atriplex*), ya que muestran un potencial de expansión enorme.

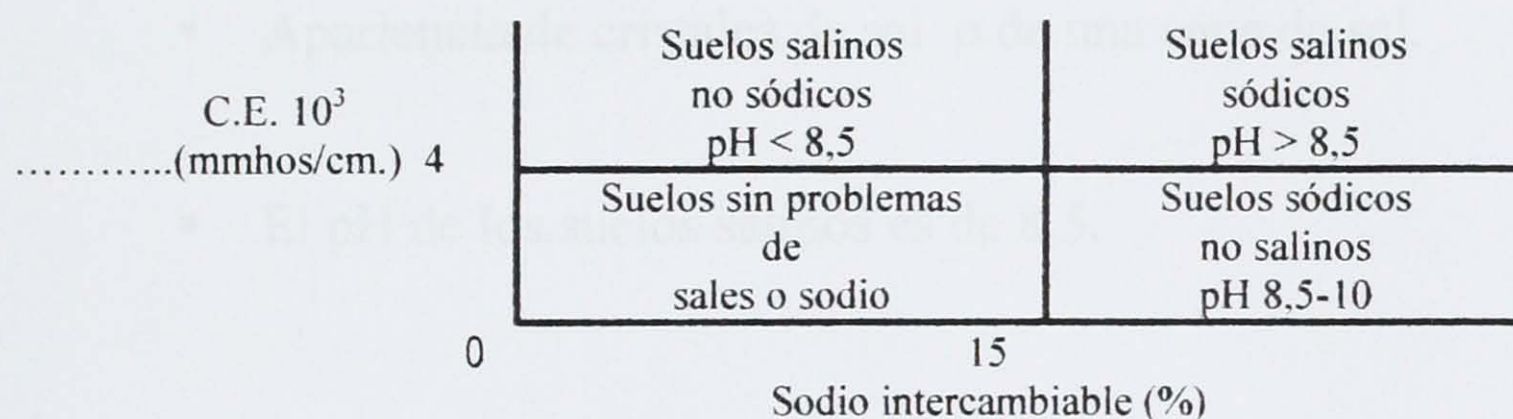
Por su parte Muriel (1995), indica que los suelos salinos y alcalinos en los Valles de Cochabamba, son los factores mas importantes que disminuyen considerablemente la producción agrícola. Los suelos fértiles para la producción de frutales en el Valle Alto y para el cultivo de maíz; hortalizas y forrajes en el Valle Central y Bajo, se transforman poco a poco en suelos salinos y alcalinos, obligando a los agricultores a emigrar hacia los centros urbanos o ha dedicarse a otras actividades.

### **2.3 Clasificación de los suelos según su salinidad y alcalinidad**

Aceves (1981), manifiesta que los suelos con problemas salinidad y alcalinidad, según el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos se clasifican presentando de manera amplia, por su carácter totalizador, basándose en dos criterios de diferenciación.

- El contenido de sales solubles del suelo, medidos con la conductividad eléctrica (CE), del extracto de saturación de una pasta saturada del suelo.
- El porcentaje de sodio intercambiable (PSI), que proporciona el porcentaje relativo de sodio absorbido en el complejo de intercambio del suelo.

Las combinaciones de estos criterios generan cuatro tipos de suelos, representados en la siguiente figura.



**Fig. 1.** Clasificación de suelos con problemas de sales o sodio, en base a los criterios de laboratorio de salinidad de los Estados Unidos de Norte América.

### 2.3.1 Suelos Salinos Sódicos

Según Pizarro (1978), la clasificación de suelos se realiza por la respuesta de los cultivos a la salinidad, y esta dada por el siguiente (cuadro 2):

**Cuadro 2.** Respuesta de planta asociada con diferentes rangos de CE del extracto de saturación de los suelos.

Contenido salino en el extracto de saturación del suelo. (C.E. 10 <sup>3</sup> ) en (mmhos/ cm.)	Efecto
0 – 2	- Despreciable.
2 – 4	- Rendimientos restringidos en cultivos sensibles.
4 – 8	- Rendimientos restringidos en la mayor parte de los cultivos.
8 – 16	- Rendimientos satisfactorios solo en cultivos tolerantes.
> 16	- Muy pocos cultivos dan rendimientos satisfactorios.

Fuente: Bonnet J. A. 1960

Al respecto Aceves (1981), indica que los suelos Salinos sódicos, se caracterizan por concentraciones excesivas de sales solubles de calcio, magnesio y sodio en las capas superficiales. Son típicos en regiones de clima seco.

Las características de los suelos salinos-sódicos son las siguientes:

- Superficie encostrada y agrietada.
- Crecimiento irregular de las plantas.
- Apariencia de cristales de sal o de una capa de sal.
- El pH de los suelos salinos es de 8,5.

#### **2.4 Composición química del suelo**

Al respecto FAO (1993), menciona que el suelo está formado por partículas pequeñas de carga negativa, las cuales son neutralizadas por cationes de la solución del suelo. En suelos sujetos a abundantes lluvias, los cationes Ca, Mg, Na, y K son reemplazados por H, lo que produce los llamados suelos ácidos. El pH del suelo influye en la solubilidad de diferentes iones, en su absorción y penetración en las raíces. En suelos alcalinos con pH por encima de 8, las plantas muestran síntomas de mala nutrición.

Generalmente algunas plantas desarrollan bien en suelos ácidos, la mayoría de las plantas cultivadas prefieren suelos neutros.

Al realizar investigaciones el CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV, CIF-UMSS y SEFO-SAM (2000), indican que la presencia de sales en el suelo puede llegar a determinar su improductividad. Las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación. En suelos salinos alcalinos, la acción corrosiva de las sales de sodio, puede causar canchales a nivel del cuello o corona de la planta.

Un suelo agrícola debe mantener un cierto equilibrio en cuanto a su composición química para que la planta se desarrolle normalmente. La deficiencia o exceso en el suelo puede causar daños.

## **2.5 Importancia del cultivo de gramíneas forrajeras en la agricultura y ganadería.**

El conocimiento de las gramíneas forrajeras introducidas como parte de la agricultura es de vital importancia Flores (1987), afirma que constituyen la fuente de alimentación del ganado, como también es necesario conocer el valor nutritivo de los pastos que forman la pradera, para ayudar en la interpretación de los cambios en la productividad animal

Al respecto Alzérreca (1991), menciona que la vegetación no solo constituye un recurso forrajero sino el mejor protector del suelo contra la erosión, mejora la capacidad de retención de agua, protege a la fauna silvestre como también al medio ambiente.

La agricultura basada en la producción de pastos, proporciona una alimentación de alta calidad y costo bajo en la producción ganadera tales como forraje, heno o ensilaje.

Por su parte Terrazas (1992), afirma que las tierras productivas son muy escasas y muchas de éstas se encuentran afectadas gravemente por la erosión y otras formas de degradación, como es el sobre pastoreo, escasa o mala cobertura vegetal y aridez y la topografía accidentada.

Bilbao (1994), señala que la ganadería es una actividad siempre presente que resulta ser complementaria de la agricultura, no se trata por consiguiente, de un apéndice de la producción campesina, sino de un aporte que hace posible la agricultura; existen vínculos orgánicas entre ambas actividades.

La importancia del ganado se traduce, en el aporte directo de éstos animales al proceso productivo, como en el complemento ocasional de la alimentación familiar y principalmente de su economía.

## **2.6 Influencia del clima en forrajes**

El estudio precedente se deducen dos factores preponderantes para la fotosíntesis de la pradera: la energía luminosa (intensidad y duración), y la sequía. Desgraciadamente estos dos factores se dan a menudo unidos en el clima, mientras que tienen efectos inversos sobre la planta Flores (1989),

El mismo autor señala que su equilibrio relativo, sin duda, es de consecuencias graves. Es por ello quizás por la que ciertas estaciones del año, resultan inexplicablemente favorables o desfavorables para la planta; siendo la mas favorable la estación de primavera, y desfavorablemente el otoño.

## **2.7 Factores climáticos**

Según Meneses y Barrientos (2003), el conjunto de factores atmosféricos, influye directamente sobre el ecosistema, haciendo que tomen características especiales, según la región climática.

Estudios recientes señalan los efectos de la temperatura, humedad y luz, en el crecimiento de las especies forrajeras. Los efectos extremos de cada uno de estos factores, causan estrés en las plantas.



### **2.6.1 Temperatura**

Según Duthil (1989), indica que cada gramínea posee un intervalo preferente de temperatura, entre 15° a 20°C para la mayor parte de las especies. Tanto las temperaturas bajas y altas, detienen su vegetación.

La cantidad de calor que recibe la planta le es imprescindible para sintetizar órganos y para crecer más.

Al realizar investigaciones el CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV, CIF-UMSS y SEFO-SAM (2000), menciona que la temperatura del suelo y de la atmósfera tiene su efecto sobre el desarrollo de la planta. A temperaturas muy bajas y frías, la absorción de las raíces es muy lenta, que puede ocasionar marchites y lesiones en las raíces; el cual dificulta el crecimiento de las plantas, debido a que los procesos biológicos y químicos se retardan. Por el contrario, las temperaturas del suelo muy altas, causan una evaporación rápida, y si el suelo es arcilloso esto produce resquebrajamiento, que provoca rotura de raicillas

### **2.6.2 Humedad**

Al respecto Jones (1983), menciona que el agua es un elemento indispensable para la vida y desarrollo de las plantas, debiendo estar en la cantidad necesaria, pues su deficiencia o exceso causa daño irreversible.

El mismo autor menciona que la eficiencia de agua en el suelo, causa la acumulación de iones tóxicos para la planta, por el manganeso, aluminio y boro, entre otros; estos pueden causar necrosis en las raíces. Por otra parte, la deficiencia de agua en el suelo provoca el cierre de estomas, lo cual causa la alteración del intercambio de gases, bloqueando la absorción del CO<sub>2</sub> necesario para la planta.

Según investigaciones realizadas por el CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV, CIF-UMSS y SEFO-SAM (2000), el exceso de humedad también tiene efectos negativos, siendo el más

importante el efecto mecánico que tiene el agua de desplazar el aire que se encuentra en los poros del suelo, causando la muerte de raicillas por asfixia. En general la falta o exceso de agua en el suelo produce marchites, deficiencia del desarrollo de la planta y formación prematura de frutos.

### **2.6.3 Luz**

La intensidad de la luz afecta el crecimiento de las plantas. Las respuestas de las plantas a la luz no son lineales; es decir; al aumentar la intensidad de la luz, la fotosíntesis no aumenta proporcionalmente. Tal vez al aumentar la luz se saturan los cloroplastos de las primeras capas de las células, pero los de las células interiores siempre estarán parcialmente sombreados y los aumentos en fotosíntesis se deben a la luz que logra penetrar hasta las células, por lo tanto se podría decir que en una hoja con una distribución uniforme de los cloroplastos la luz se podría utilizar mas eficientemente si en lugar de aplicar una luz intensa sobre la superficie superior, se aplicara una luz de menor intensidad sobre ambas superficies (Bernal, 1991).

El mismo autor menciona que la cantidad de luz interceptada por la superficie foliar incide significativamente en la eficiencia de utilización de la luz; Debido a que la superficie foliar es la que intercepta la luz y la cantidad de follaje que presentan las plantas forrajeras, es muy variable de acuerdo con el grado que se haya practicado, el corte o el pastoreo, estos factores están íntimamente relacionados con la velocidad de crecimiento de las plantas forrajeras.

En la producción de los pastos, la intensidad de la luz es importante en aspectos tales como densidad de siembra, altura de corte o pastoreo y mezclas de gramíneas y leguminosas, cuando en estas ultimas se mezclan especies que compiten mucho entre si.

## **2.8 Descripción agronómica de gramíneas en evaluación.**

## 2.8.1 Agropiron alargado (*Agropyron elongatum*).



Fotografía 1. Vista previa del tratamiento *Agropyron elongatum* antes de evaluar.

### 2.8.1.1 Origen.

Según Whyte, Moir; Cooper (1975); se la considera nativa de las praderas salinas, y de las costas del Suroeste de Europa y Asia Menor.

### 2.8.1.2 Descripción de la especie.

Según Hewitt (1980), Es una gramínea perenne, llega a desarrollar hasta una altura de 1.60 m, estado en la que se encuentra completamente lignificado, a pesar de permanecer relativamente verde, de ciclo frío, las plántulas son tiernas y necesitan condiciones favorables para la germinación y el crecimiento inicial, los rendimientos son excepcionalmente elevados cuando son favorables las condiciones de humedad. Produce un heno aceptable y puede usarse satisfactoriamente para ensilaje.

### 2.8.1.3 Distribución y adaptación.

Según Meneses y Barrientos (2003), *agropyron elongatum* es nativa del sur de Europa y Asia Menor, ampliamente distribuido en todas las regiones templadas del mundo, en condiciones climatológicas que varían de semi-húmedas a áridas, donde crece en las praderas salinas y en la orilla del mar. Introducida en América del Norte en las grandes llanuras del norte y en las mesetas entre montañas, donde es apreciada a los suelos alcalinos y por su resistencia a las inundaciones. Buena en tierras alcalinas de riego subterráneo.

### 2.8.2 Trigo híbrido (*Agropyron repens x spicatum*)



Fotografía 2. Vista previa del tratamiento *Agropyron repens x spicatum* antes de evaluar.

#### 2.8.2.1 Origen.

El origen de esta especie segundo Carlson (1991), se produjo en la ciudad de Miles City, Montana en el Norte de América.

### 2.8.2.2 Descripción de la especie

Esta especie según investigaciones realizadas por Carlson (1991), es un forraje de trigo híbrido que deriva de *Elymus repens* y *Elymus spicatus*; meoticamente estable y altamente fértil, que tiene  $2n = 6x = 42$  cromosomas, en la que el intercambio genético entre los cinco genomas ocurrieron en las dos especies. La tasa de desarrollo fenotípico es el intermedio al de las especies parietales con una antitesis ocurrentes de mediados de junio hacia delante en viveros cerca de Logan, Utah. En la que el híbrido produjo 506 kg de semilla por ha. en un sitio irrigado cerca de la ciudad de Miles City, Montana, recibiendo una precipitación de 330 a 380 mm anualmente. Este híbrido posee una resistencia excelente a suelos salinos y es más productivo en suelo ligeramente salino o a ligeros niveles de alcalinidad recibiendo al menos 330 mm de precipitación anual. La calidad del forraje de este híbrido basado en fibra, en el porcentaje de proteína cruda es comparado favorablemente con *Thinopyrum intermedium* (*Elymus hispidus*), bajo una similitud de condiciones. Aunque el *Agropyron repens x spicatum* empieza su crecimiento temprano en la época de primavera, permanece más succulento y es más palatable, durante la etapa de crecimiento más que otros pastos, especialmente en tierras secas. Es resistente al granizo moderado y recubre rápidamente después de la defoliación.

### 2.8.2.3 Adaptación.

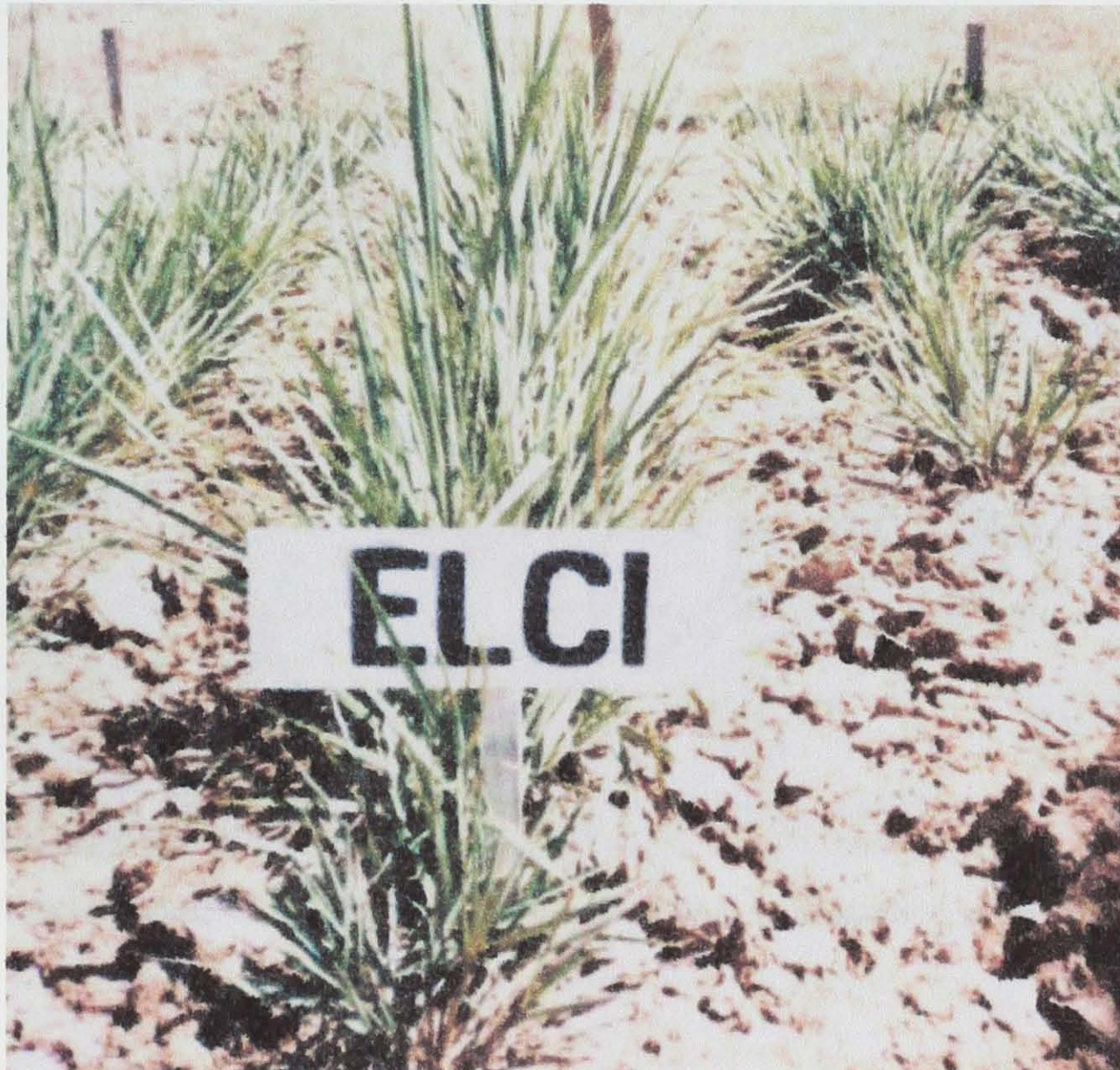
Al respecto Carlson (1991), indica que esta especie es resistente a suelos salinos y alcalinos, que reciben anualmente por lo menos 330 mm de precipitación, con las que presenta una calidad de fibra de proteína, aunque este forraje empieza a crecer muy temprano por la primavera, en la que permanece más succulento y apetecible para el consumo del ganado; y recupera muy rápidamente después del corte.

### 2.8.3 Pasto salado (*Distichlis stricta*)

### 2.8.3.1 Descripción de la especie

Rice y Mack (1991), señala que la *Distichlis stricta* fue incorporado dentro de un diseño de siembra recíproca para probar su adaptación durante tres años consecutivos, en 7 hábitats a lo largo de un medio ambiente de etapa árida y en gradiente, en la que la sobrevivencia fue fuertemente influenciada por el medio ambiente local. Haciendo una comparación de *heterophylla-Pachistima myrsinites* hábitat forestal que son especies locales. Las poblaciones de la etapa árida fue la de la floración temprana, mientras que la de la floración tardía fue la de la población del hábitat. En términos de un índice de red productiva se evidencia que para la adaptación local en *B. tectorum* fue obtenido en poblaciones de hábitats extremos medioambientales. A diferencia de plantas introducidas de otros lugares, miembros de la población resistente tal es el caso de *Sarcobatus vermiculatus* y *Distichlis stricta* quienes representan a poblaciones áridas y salinas; florecieron y produjeron semilla antes de que la humedad del suelo apareciera. En contraste, el índice de red productiva en otros hábitats fueron a veces los más bajos de la población en sus propios medio ambientes.

### 2.8.4 Elymus (*Elymus cinereus*)



Fotografía 3. Vista previa del tratamiento *Elymus cinereus* en la etapa final de desarrollo.

#### 2.8.4.1 Descripción de la especie.

Según investigaciones realizadas por Hall, Scout y Brooke (1990), es una planta obtenida de semilla a dos altitudes de 346 msnm de la región Kamloops, y a 930 msnm de la región del Lago de Pitanantan; la misma que se transplanto en dos lugares diferentes, a 346 msnm en la zona de Kamloops y a 900 msnm de la zona de Watching Creek; de la región de Columbia Británica, observado en 1985-87, plantas de ambos lugares, fueron plantadas en filas alternas de 0.9 m de cada una, distanciados a 7,5 cm y regados después que hallan sido plantados, sin recibir ningún fertilizante.

Las plantas de los lugares bajos en mayor proporción con un 96% de plantas con semilla; y en altitud alta solo se produjo entre 55–60% de las plantas. Se sugiere que semillas de alturas bajas podrían ser usadas para ser establecidas en lugares de alturas limitadas.

#### 2.8.5 Elymus (*Elymus junceus*).



Fotografía 4. Vista previa del tratamiento *Elymus junceus* en la etapa final de desarrollo, antes de la evaluación

### 2.8.5.1 Origen.

Según Whyte, Moir; Cooper (1975), es una especie de origen ruso, introducida en América del Norte por los años 1927.

### 2.8.5.2 Descripción de la especie.

Berdahl (1998), menciona que es un forraje perenne que crece formando matas, erecta y con raíces profundas, pasto útil en las grandes llanuras del norte y en la provincia de las praderas de Canadá; se establece fácilmente y proporciona una temporada larga de pastoreo; continua creciendo hasta bien entrado del otoño. Se siembra en mezclas con *Agropiro Crestado* o *Bromo inerme*.

Por su parte Jensen (2001), afirma que la producción de semilla de este forraje es de 0,8 t/ha; según se cita en las recomendaciones de investigación, basada en la técnica del cultivo de producción. La distancia entre surcos no es tan significativa en el rendimiento de la especie.

### 2.8.6 *Festuca alta (Festuca arundinacea)*.



Fotografía 5. Vista previa del tratamiento *Festuca arundinacea* en la etapa final de desarrollo.



### **2.8.6.1 Origen.**

Según Tocagni (1980), es una especie originaria de Europa Central y tiene su importancia puesto que aparte de la producción de forraje que es una condición básica para el desarrollo de la industria pecuaria, su inclusión en la rotación permite preservar la fertilidad del suelo evitando la erosión.

### **2.8.6.2 Descripción de la especie.**

Según Whyte, Moir; Cooper (1975), afirman que procede de Francia; dentro las festucas es la variedad más precoz, es muy utilizada en Europa, como todas las semillas son de aspecto áspero y duro, produce bien en verano. Presenta muy buena persistencia, como buena resistencia a royas. Por su excesiva precocidad, suele espigar demasiado temprano

### **2.8.6.3 Distribución y adaptación.**

Según Tocagni (1980), indica que esta especie es distribuida en Europa y en regiones templadas de Asia, se extiende hasta el oeste de Siberia y América del Norte; adaptada a una amplia variedad de suelos, pero mejor a suelos ligeramente arcillosos, resisten la sequía, pero rinden mucho más bajo riego o en suelos con mediana humedad; resisten temperaturas hasta de 74.°C.

## **2.8.7 Evaluación agronómica**

### **2.8.7.1 Evaluación del contenido de materia seca de los forrajes**

Gillet (1984), menciona que el contenido en materia seca evoluciona en función de la composición morfológica y de la velocidad de crecimiento de la hierba.

## 2.8 Evolución y adaptación de especies

La proporción de agua de los tallos disminuye rápidamente a partir del espigado; esto puede explicarse por su significación, el agua reside principalmente en el citoplasma, y no en las paredes celulares.

Cuanto más rápido es el crecimiento, más acuoso es el vegetal: Son los órganos jóvenes los que contienen más agua; la biomasa inerte tiene más poca.

Esta evolución no es muy regular ni muy previsible, la hierba tiende a crecer menos rápidamente a medida que sus rebrotes envejecen, pero esto no es regular. Lo mismo ocurre con el contenido de materia seca, que tiene tendencia a aumentar con el tiempo en el curso de un rebrote. Puede ocurrir también, que la proporción de materia seca disminuya al final del ciclo, a pesar del envejecimiento de los tallos y de la disminución de su velocidad de crecimiento.

### 2.8.7.2 Acumulación de biomasa inerte

Cooper y Morris (1986), indican que los órganos respetados por el corte, están destinados a secarse. Se ha estimado que para ello se precisan 9 semanas en la especie *Ray-grass ingles* en estado vegetativo.

Esta desecación es sin duda más rápida en especies con vainas bastante duras (dáctilo, festuca alta), y en los tallos de todas las especies, sobre todo en estación seca, en que estos viejos órganos tienen menos tendencia a desaparecer por podredumbre.

Estos restos vegetales o biomasa inerte, que se acumulan son perjudiciales para la pradera y para los animales.

## **2.9 Introducción y adaptación de especies.**

La introducción de nuevas especies, es una práctica necesaria para dar nuevas alternativas al campesino.

Alzérreca (1981), señala que los forrajes nativos del altiplano de pataca-maya, nos indican que el valor nutricional de éstos está directamente relacionado con el estado de desarrollo fenotípico de la planta y la condicione de la pradera.

Por su parte Flores y Malpartida (1987), afirman que los pastos deben estar bien adaptados a las condiciones del medio ambiente y su producción. Debe poseer buenas características agronómicas, buena recuperación después del corte o pastoreo, facilidad de propagación, alto poder competitivo, resistente a plagas y enfermedades, palatable y nutritivo.

### **2.8.1 Densidad.**

El CIF (1999), indica que la densidad es el número de individuos en una superficie determinada. Es un índice que da idea sobre la capacidad de regeneración de las plantas, o la existencia de formas de reproducción vegetativa.

### **2.8.2 Palatabilidad.**

Según Flores y Bryant (1989), la palatabilidad se entiende, como una medida de la calidad de la planta forrajera, que puede ser preferido o no por el animal. La palatabilidad de una especie forrajera cambia, pero puede ser reconocido por el animal consumidor a través de los sentidos del tacto, paladar y olfato.

En realidad los factores de palatabilidad, son aquellos atributos de las plantas que alteran su captación alimentaría por los animales durante el pastoreo. La palatabilidad puede ser influido por algunos factores que pueden correlacionarse o no; entre éstos factores puede

resaltar: 1° composición química; 2° parte de la planta; 3° estado de crecimiento; 4° forma externa de la planta; 5° clase de la planta y 6° proporción de especies forrajeras.

### **2.8.3 Relación valor alimenticio y digestibilidad.**

Flores y Malpartida (1987), indican que la composición de una planta forrajera debe ser tal, que esta relación sea alta, de 1 a 5, que es la más conveniente para los herbívoros. Es decir, que tenga buena proporción de proteína e hidratos de carbono y baja proporción de fibra. La cantidad de estos componentes, hacen variar la calidad y el grado de digestibilidad.

Según Abasto (1993), señala que la digestibilidad varía de acuerdo al tipo de animal, con la edad de las plantas y con los sistemas explotación.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales.

##### 3.1.1 Características de la zona de estudio.

###### 3.1.1.1 Ubicación geográfica.

El estudio fue realizado en los predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, ubicado a 5 km del sur del departamento de Cochabamba, entre 17°27'09" de Latitud Sud y 66°09'5" de Longitud Oeste con una temperatura promedio anual de 18°C, humedad relativa media anual de 56%, precipitación anual de 450 mm con una altitud de 2570 msnm aproximadamente.

###### 3.1.1.2 Clima.

La zona de Tamborada, presenta un clima templado seco, sin cambio térmico invernal bien definido, sumi seco, con otoño y primavera seca, de acuerdo a esta clasificación se determina como una zona semiárida.

###### 3.1.1.3 Precipitación

En el periodo de estudio la precipitación registrada en la Estación Meteorológica de Tamborada, entre los meses de diciembre a junio, reporto un total de 555.3 mm de precipitación.

### 3.1.1.4 Temperatura

Durante el periodo vegetativo, vale decir de diciembre del 2003 a junio del 2004 vegetativo se presento una temperatura variable, según datos registrados en la Estación Meteorológica de Tamborada (cuadro 3)

**Cuadro 3.** Temperatura promedio de la zona de ensayo.

Temperatura	Variación °C
Máximo Promedio	30.532
Mínimo Promedio	6.73
Media Promedio	18.08

Fuente: Estación Meteorológica de Tamborada. 2003-2004

### 3.2 Análisis fisicoquímico del suelo.

Los análisis físicos y químicos de las muestras de suelo del sitio de ensayo, efectuados en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón, dieron como resultado los siguientes:

Muestra que el suelo presenta una textura franco; con un pH de 8.0, lo que nos indica que se trata de un suelo moderadamente alcalino; CE (conductividad eléctrica) 3.19 milinhos/cm que corresponde a un suelo ligeramente salino; con una materia orgánica de 2.33% que corresponde a un nivel relativamente bajo; nitrógeno total de 0.123% correspondiendo a un nivel ligeramente bajo por estar en el rango de 0.05-0.15%. Fósforo disponible de 13.3 ppm que corresponde a un nivel ligeramente moderado por estar en el rango de 6-15 ppm; potasio disponible muestra 0.73 meq/lt, esta cantidad nos indica que el potasio esta a un nivel relativamente moderado por encontrarse entre el rango 0.51-0.75 meq/lt, sodio disponible de 26.50 me/lt que corresponde a un nivel relativamente alto, por estar por encima de 15 me/lt; calcio disponible de 9.00 me/lt, que nos indica que esta en el rango satisfactorio para la planta por encontrarse de 5-10me/lt; magnesio disponible de 6.00me/lt que indica que esta relativamente alto por encontrarse por encima de 4.00me/lt.

### 3.3 Material vegetal.

Para el presente ensayo se emplearon seis especies de gramíneas (ver cuadro 4), introducidos de las regiones del Norte de EE.UU.; la semilla fue proporcionada por Venzon Agriculture and Food Institute de la ciudad de La Paz, Bolivia: de las cuales dos de ellos son considerados locales por encontrarse hace años en nuestras regiones.

**Cuadro 4.** Especies del ensayo

Nombre científico	Nombre Común	Origen
<i>Agropyron elongatum</i>	Agropiron alargado	Europa Central y oriental
<i>Agropyron repens x spicatum</i>	Trigo hibrido	Norte América
<i>Distichlis stricta</i>	Pasto salado	Región oriental de EE.UU.
<i>Elymus cinereus</i>	Elimus	Ruso
<i>Elymus junceus</i>	Elimus	Europa Central y oriental
<i>Festuca arundinacea</i>	Festuca alta	Europa Occidental

### 3.4 Equipos y herramientas.

Se utilizo tractor con arado, picotas, azadones, estacas, bolillos, malla milimétrica, para el enmallado, cinta métrica, cámara fotográfica, pitas, probeta, marco de muestreo (25 x 25 cm<sup>2</sup>), sembradora manual.

### 3.5 Equipo de laboratorio.

En el presente trabajo de laboratorio se utilizaron los siguientes materiales balanza analítica, horno de desecación a (105° C), bolsa de papel madera, bolsa de polietileno, libreta de apuntes.

### 3.6 Material de gabinete.

Computadora, disk et, hojas de papel, planilla de registro, marcadores.

### 3.7 Métodos y procedimiento

#### 3.7.1 Tratamientos

Los tratamientos estaban constituidos por cada una de las seis especies haciendo un total de 6 tratamientos.

#### 3.7.2 Diseño experimental.

Los tratamientos fueron evaluados utilizando el diseño de bloques completamente al azar con 6 especies y 6 repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales, cada parcela contó de cinco surcos, con 5 m de largo, distanciados a 0.50 m entre surcos.

#### 3.7.3 Características de la parcela experimental.

Las características generales del ensayo se presentan en el siguiente cuadro

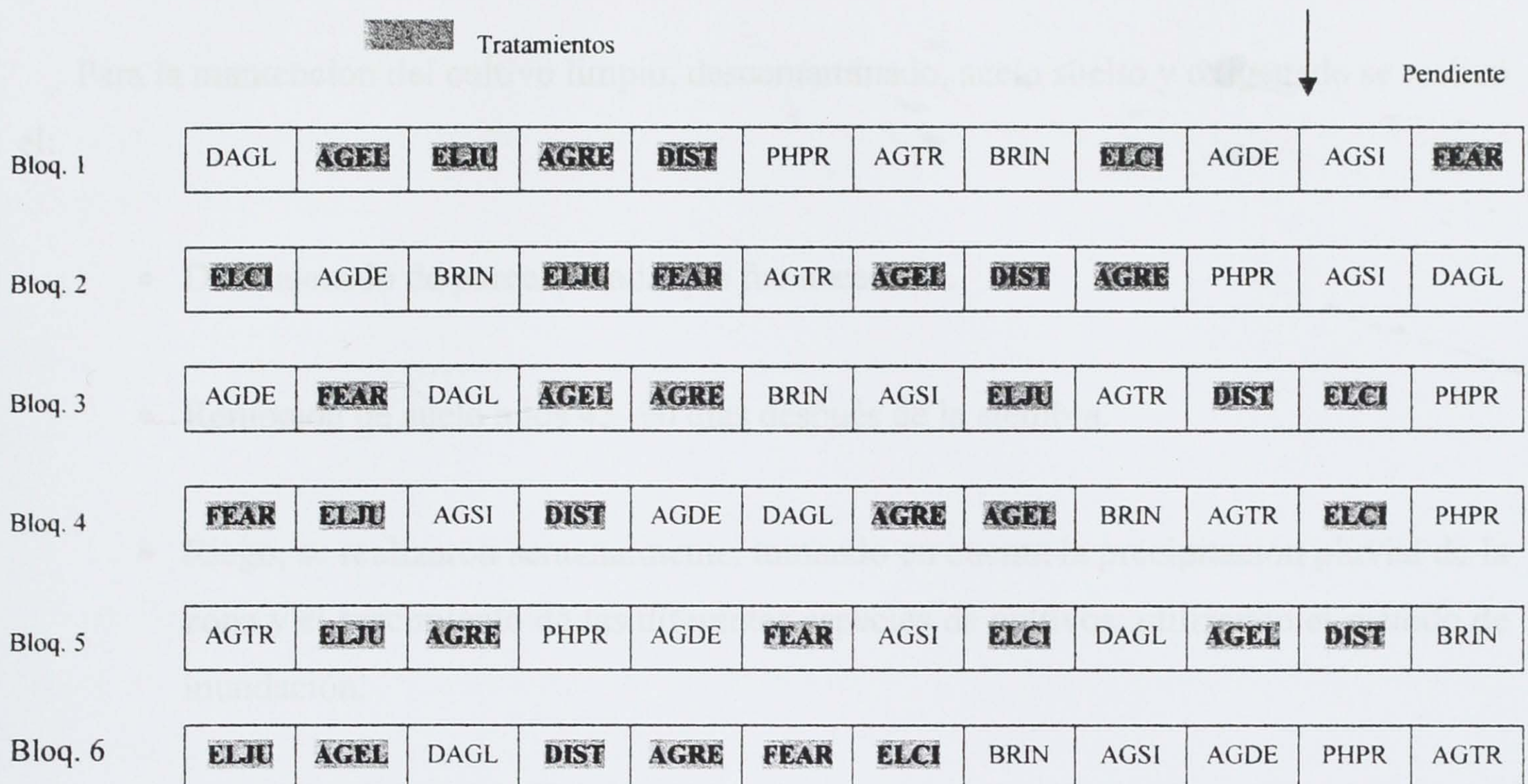
**Cuadro 5.** Características del ensayo experimental.

Característica por especie	Agropyron elongatum	Agropyron repens x spicatum	Distichlis stricta	Elymus cinereus	Elymus junceus	Festuca arundinacea
# de tratamientos	6	6	6	6	6	6
# de repeticiones	6	6	6	6	6	6
Largo de cada unidad experimental en (m.)	5	5	5	5	5	5
Ancho de cada unidad experimental en (m.)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Superficie de cada unidad experimental en (m.)	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Numero de surcos por unidad experimental	5	5	5	5	5	5
Distancia entre surcos en (m.)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Longitud del surco en (m.)	5	5	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia.



### 3.7.4 Croquis del campo experimental.



### 3.7.5 Preparado del terreno.

La preparación del terreno se realizó en la primera semana del mes de diciembre del año 2003, empleando en la primera fase el sistema mecanizado, pasando con el arado dos veces en forma cruzado, posteriormente se procedió al mullido y nivelado del ensayo en forma manual.

### 3.7.6 Siembra.

Se realizó a los 8 días del mes de diciembre del año 2003, en forma manual con una máquina sembradora portátil, parcela por parcela sin mezclar las especies.

### 3.7.7 Labores culturales.

Para la mantención del cultivo limpio, descontaminado, suelo suelto y oxigenado se realizó el:

- Desmalezado de parcelas cada que fue necesario.
- Remoción de suelo a los 45–90 días después de la siembra.
- Riego, se realizaron semanalmente, tomando en cuenta la precipitación pluvial de la zona y el crecimiento de las diferentes especies de cultivos, utilizando el método de inundación.

### 3.8 Evaluación de variables de respuesta.

Para la evaluación del ensayo, se realizaron las siguientes observaciones.

- Altura de la planta
- Cobertura vegetal
- Rendimiento en materia verde
- Rendimiento en materia seca

De acuerdo a los objetivos planteados, para determinar cada una de estas observaciones y su posterior analizas, se detallan a continuación

### **3.8.1 Altura de la planta.**

Se consideraron 10 plantas al azar de cada unidad experimental para determinar la altura de la planta, desde la base del cuello, hasta el ápice superior de la planta, a los 4 meses después de la emergencia.

### **3.8.2 Cobertura vegetal.**

Para determinar la cobertura vegetal se tomó aleatoriamente un metro cuadrado de cada unidad experimental, en la cual se procedió a medir el espacio libre entre surco y surco, con un marco metálico de 1 m<sup>2</sup> cuadrado en cuadrados de 0.25 \* 0.25 m; a los cinco meses después de la emergencia de la planta.

### **3.8.3 Rendimiento en materia verde.**

Para la determinación del rendimiento en materia verde se procedió al corte de cuatro metros lineales, en el segundo surco dejando 0,50 m en los extremos de cada unidad experimental, a los cinco meses después de la emergencia. La biomasa fue pesada en una balanza analítica en kg de forraje verde.

### **3.8.4 Rendimiento en materia seca.**

Para la expresión del rendimiento en materia seca, se determinó previamente el porcentaje de materia seca. Para lo cual se tomó una muestra aproximada a 200 g de forraje verde de cada unidad experimental, dichas muestras se colocaron en el horno de desecación donde se sometió a una temperatura de 105°C hasta obtener un peso constante.

El porcentaje de materia seca se obtuvo por la diferencia de peso de la muestra secado en horno sobre peso materia verde por cien. Luego se expreso el rendimiento de materia seca en kg/ha, multiplicando la materia verde por el porcentaje de materia seca total.

### 3.9 Análisis estadístico

Los datos de cada una de las variables de respuesta previa verificación de distribución normal y homogeneidad de varianzas, fueron analizados de acuerdo al siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i$  = 1,2,3,4,5,6 b bloques

$j$  = 1,2,3..... 6 t especies

$Y_{ij}$  = Valor observado de una variable de respuesta en una unidad experimental en el  $i$ -ésimo bloque donde se sembró la  $j$ -ésima especie.

$\mu$  = Media general

$\beta_i$  = Efecto aleatorio del  $i$ -ésimo bloque  $\beta_i \sim \text{NIID}(0, \sigma_b^2)$

$\tau_j$  = Efecto fijo de la  $j$ -ésima especie

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio de los residuales  $\text{NIID}(0, \sigma_e^2)$

En base al modelo estadístico definido se realizó el análisis de varianza, para estimar los componentes de varianza y probar la hipótesis acerca de los efectos fijos y estimar comparaciones de varianzas para los efectos aleatorios.

Para determinar la especie con mayor adaptación y comportamiento, se realizo comparaciones de medias mediante contrastes de un grado de libertad, utilizando la prueba de Student "t", todas las hipótesis se probaron al nivel de significancia de 1%.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos durante el ciclo vegetativo del cultivo en el ensayo fueron los siguientes.

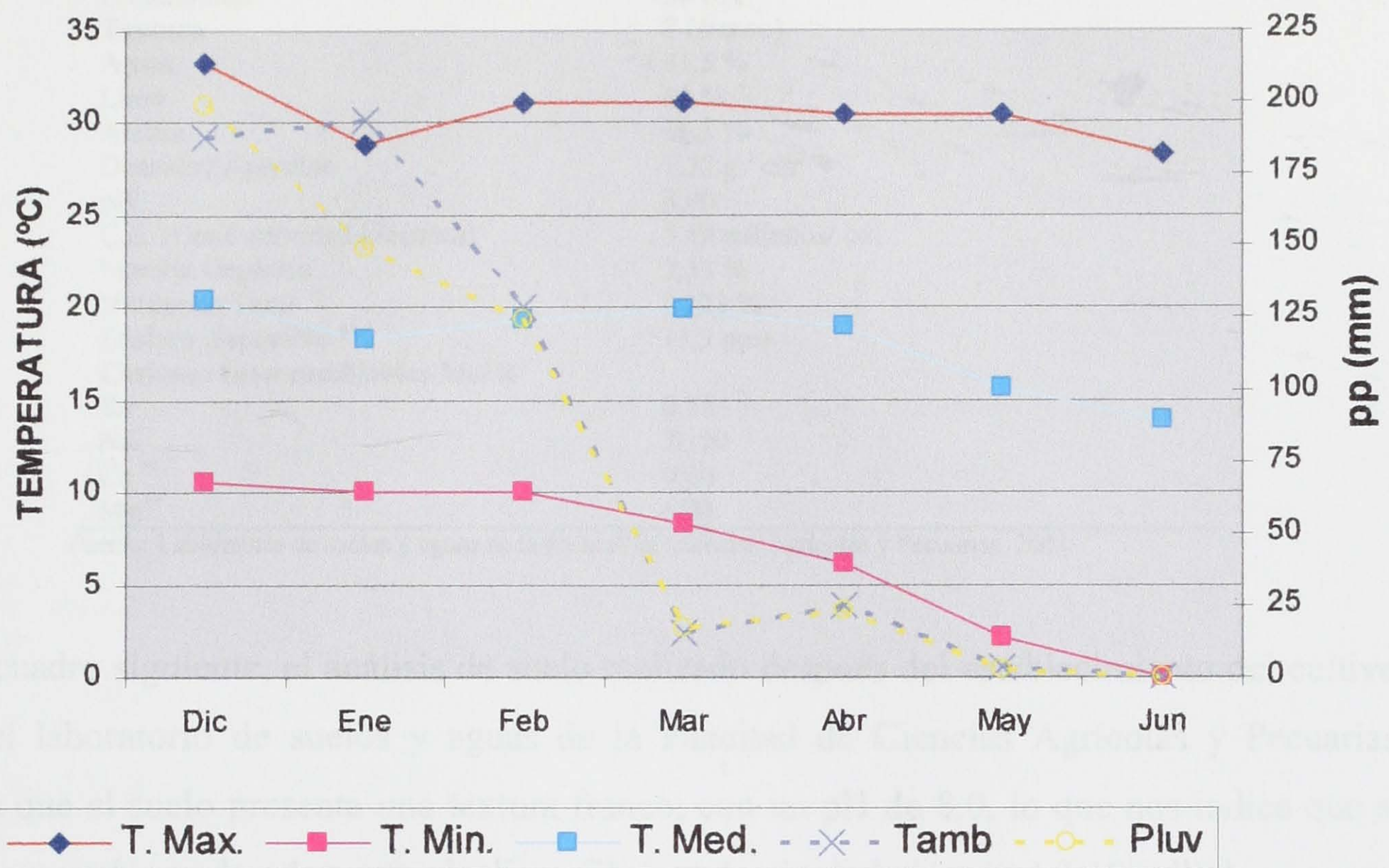
De acuerdo al estudio realizado de los seis tratamientos, uno de los tratamientos; tal es el caso de la especie *Distichlis stricta*, no fue tomado en cuenta en el análisis estadístico; ya que de este tratamiento no se obtuvo ningún resultado, por el porcentaje cero de germinación de la semilla. Esto posiblemente se deba a que la semilla haya sido cosechada antes de que alcance su madurez fisiológica; o en su caso por el demasiado tiempo o por el periodo inadecuado de almacenamiento de dicha semilla, lo que imposibilitó la germinación y su posterior estudio.

### 4.1 4.1 Condiciones climáticas

Los registros de la zona del ensayo muestran una temperatura máxima, con una tendencia lineal de comportamiento durante los siete meses de estudio, observándose pequeñas variaciones en los meses de diciembre, enero, febrero y una tendencia a descender durante el último mes de estudio respectivamente (Figura 2).

En cambio el comportamiento de la temperatura mínima, durante el periodo de estudio resultó ser mas constante, observándose cierto descenso desde el mes de marzo efecto posiblemente al adelanto del cambio de estación, propio de estos meses, que habrían tenido cierta influencia sobre la respuesta de las variables evaluadas en las especies de gramíneas.

La temperatura media mensual, muestra una correlación directa entre los registros de temperatura máxima y mínima, y de estos se obtienen los siguientes resultados.



**Figura 2.** Distribución mensual de la temperatura y precipitación durante el periodo de ensayo en la Tamborada

Respecto a la precipitación pluvial, en el periodo de estudio entre los meses de diciembre a junio, reporto un total de 555.3 mm de lluvia registrada en la Estación Meteorológica de Tamborada, en comparación con el pluviómetro instalado dentro la parcela experimental con un total de 435.8 mm de lluvia, se puede señalar que los mayores déficit de humedad, se registraron en los meses de marzo a junio. Cantidad que no fue suficientemente necesaria como para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo, por las que se tuvo que aplicar riegos adicionales de aproximadamente 10 en estos meses (fig. 2).

#### 4.2 4.2 Condiciones edáficas

**Cuadro 6.** Datos de análisis fisicoquímico del suelo.

<b>Determinación</b>	<b>Resultados</b>
Profundidad	20 cm.
<b>Textura</b>	F (franco)
Arena	41,5 %
Limo	32 %
Arcilla	26,5 %
Densidad Aparente	1,32 g / cm <sup>3</sup>
pH	8,00
C.E. (Conductividad Eléctrica)	3.19 milinhos/ cm.
Materia Orgánica	2,33 %
Nitrógeno Total	0,123 %
Fósforo disponible *	13,3 ppm
<b>Cationes Intercambiables Me/ lt</b>	
K <sup>+</sup>	0,73
Na <sup>+</sup>	26.50
Ca <sup>++</sup>	9.00
Mg <sup>++</sup>	6.00

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. 2003

En cuadro siguiente, el análisis de suelo realizado después del establecimiento del cultivo, según el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, muestra que el suelo presenta una textura franco; con un pH de 8.0, lo que nos indica que se trata de un suelo moderadamente alcalino; CE (conductividad eléctrica) 3.19 milinhos/cm que corresponde a un suelo ligeramente salino; con una materia orgánica de 2.33% que corresponde a un nivel relativamente bajo; nitrógeno total de 0.123% correspondiendo a un nivel ligeramente bajo por estar en el rango de 0.05-0.15%. Fósforo disponible de 13.3 ppm que corresponde a un nivel ligeramente moderado por estar en el rango de 6-15 ppm; potasio disponible muestra 0.73 meq/lt, esta cantidad nos indica que el potasio esta a un nivel relativamente moderado por encontrarse entre el rango 0.51-0.75 meq/lt, suelo; sodio disponible de 26.50 me/lt que corresponde a un nivel relativamente alto, por estar por encima de 15 me/lt; calcio disponible de 9 me/lt, que nos indica que esta en el rango satisfactorio para la planta por encontrarse de 5-10 me/lt; mg disponible de 6 me/lt que indica que esta relativamente alto por encontrarse por encima de 4 me/lt.

#### 4.3 4.3 Evaluación de las variables de respuesta

### 4.3.1 Cuadrados medios correspondientes al análisis de varianza de las variables de respuesta

En el cuadro 7 se muestra los cuadrados medios de las variables de respuesta entre los que figuran, altura planta, cobertura vegetal, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca de las especies en estudio.

**Cuadro 7.** Cuadrados medios correspondientes a los análisis de varianza para el rendimiento de cada uno de las especies de estudio.

F.V.	G.L.	Altura planta	Cobertura vegetal	Rendimiento en materia verde	Rendimiento en materia seca
Repeticiones	5	5.54	81.64	9846373	0.58
Especie	4	102.20 **	3130.37 **	186647414 **	27.93 **
Error	20	13.96	85.89	3632783.2	0.35
CV (%)		12.16	16.21	21.29	7.54

Ref. \*\* denota diferencia significativa a  $Pr \leq 0.01$   
 CV= Coeficiente de Variación

Al observar el presente cuadro se puede señalar que se encontraron diferencias significativas entre especies en todas las variables evaluadas (altura planta, cobertura vegetal, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca), en las condiciones que presento el suelo moderadamente alcalino con un pH de 8.0, y una CE de 3.19 milinhos/cm que corresponde a un suelo ligeramente salino.

Los coeficientes de variación, variaron de acuerdo a la escala de clasificación de Calzada (1988), se encontraron dentro en rango de regulares, estos fluctuaron entre 7 a 22% (cuadro 7). Indicando con esto que la toma y el registro de datos en campo, fueron aceptables y confiables.

A continuación se discuten cada una de las variables de respuesta propuestos para la presente investigación.



### 4.3.2 Altura de la planta

Los datos correspondientes a esta variable son presentados en el cuadro 8. En el mismo se observan que no hubo variaciones de los resultados en las repeticiones observadas en el análisis de varianza ( $P=0.8450$ ), lo que significa que los bloques estaban bien diseñados, esto probablemente se deba a la homogeneidad del suelo de la parcela.

A continuación se muestra el análisis de varianza para la altura de planta.

**Cuadro 8.** Análisis de Varianza correspondiente a Altura Planta de 5 especies de gramíneas

FV	GL	CM	F-cal	Pr ( $F \geq F_{cal}$ )
Bloq	5	5.547	0.40	0.8450
Esp	4	102.204	7.32	0.0008
Error	20	13.969		
<b>Total</b>	<b>29</b>			

Coefficiente de Variación: 12.16%

Al observar el cuadro 8 se tiene un coeficiente de variación (CV) de 12.16%, lo que nos demuestra que los datos son confiables. En el mismo cuadro se puede ver que los tratamientos son significativamente diferentes, en al menos una especie ( $Pr=0.0008$ ). Siendo la especie *Elymus cinereus* (ELCI) con 35.42 cm de altura, superior al resto de las especies; y la especie *Agropyron repens x spicatum* (AGRE) el de menor tamaño con 24.72 cm (cuadro 9)

Realizando la comparación de medias por la prueba de "t" para la altura de la planta, se tiene lo siguiente:

**Cuadro 9.** Medias de la altura de planta

Especies	Altura de planta cm.
<i>Agropyron elongatum</i> (AGEL)	32.75 a
<i>Agropyron repens x spicatum</i> (AGRE)	24.72 b
<i>Elymus cinereus</i> (ELCI)	35.42 a
<i>Elymus junceus</i> (ELJU)	28.70 a
<i>Festuca arundinacea</i> (FEAR)	32.10 a

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales  $Pr \leq 0.01$

Las especies con mayor altura de planta se encuentran *Agropyron elongatum* (AGEL), *Elymus cinereus* (ELCI), *Elymus junceus* (ELJU), y *Festuca arundinacea* (FEAR), superiores a *Agropyron repens x spicatum* (AGRE), alcanzaron un promedio de 32.24 cm de altura (cuadro 9). Por otro lado la especie *Elymus cinereus* (ELCI) fue superior con 3.18 cm mas con respecto al promedio de las especies estadísticamente iguales en altura de planta.

En general todas las especies fueron estadísticamente iguales, excepto la especie *Agropyron repens x spicatum* (AGRE), que alcanzo una altura de 24.72 cm de altura, y que fue el de menor altura; esto posiblemente se debe a la poca adaptabilidad de la de la zona de Tamborada, o por las características de la especie.

Al respecto Astorga (1995), al realizar investigaciones en las llanuras del Norte y las Mesetas entre Montañas de América del Norte, encuentran a *Elymus cinereus* (ELCI) *Agropyron elongatum* (AGEL) como los forrajes que mas se destacaron, con una altura de 80 y 70 cm respectivamente; donde es apreciada a los suelos alcalinos y por su resistencia a las inundaciones. Lo que nos muestra que fueron superiores a todas las especies en estudió, esto posiblemente se debe al excesivo nivel de los iones de Na y Mg, que producen efectos negativos en la planta, o a la no aplicación de ningún fertilizante; al bajo contenido de Materia Orgánica, y por el diferente ecotipo.

### 4.3.3 Cobertura vegetal

Los datos correspondientes a este carácter son presentados en el cuadro 10. En el mismo se observa que no hubo variaciones en los resultados de las repeticiones realizados en el análisis de varianza ( $P=0.4706$ ), lo que significa que los bloques estaban bien diseñados; esto se deba posiblemente a la homogeneidad del suelo de la parcela.

A continuación se muestra el análisis de varianza para la cobertura vegetal.

**Cuadro 10.** Análisis de Varianza correspondiente a la Cobertura Vegetal de 5 especies de gramíneas

FV	GL	CM	F-cal	Pr ( $F \geq F_{cal}$ )
Bloq	5	81.647	0.95	0.4706
Esp	4	3130.375	36.44	0.0001
Error	20	85.896		
<b>Total</b>	<b>29</b>			

Coefficiente de Variación: 16.21%

Al observar el cuadro 10 se tiene un coeficiente de variación (CV) de 16.21%, lo que nos demuestra que los datos son confiables. En el mismo cuadro se puede ver que los tratamientos son significativamente diferentes, en al menos una especie ( $Pr=0.0001$ ), Siendo la especie *Festuca arundinacea* (FEAR) el mayor cobertura con 79.59%, superior al resto de las especies; y la especie *Elymus cinereus* (ELCI) el de menor volumen de cubierta con 23.25%.(cuadro 11)

Realizando la comparación de medias por la prueba de "t", este carácter registro una media de 57% de cobertura densa por tratamiento (cuadro 11).

**Cuadro 11.** Medias de la cobertura vegetal

Especies	Cobertura vegetal %
<i>Agropyron elongatum</i> (AGEL)	76.53 a
<i>Agropyron repens x spicatum</i> (AGRE)	56.91 ab
<i>Elymus cinereus</i> (ELCI)	23.25 b
<i>Elymus junceus</i> (ELJU)	49.51 ab
<i>Festuca arundinacea</i> (FEAR)	79.59 a

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales  $Pr \leq 0.01$

Las especies que sobresalieron con diferencia significativa para esta característica fueron *Agropyron elongatum* (AGEL) y *Festuca arundinacea* (FEAR), con 76.53% y 79.59% respectivamente; las mismas tuvieron mayor cobertura de superficie, con respecto a las otras especies (Cuadro 11). Posteriormente siguen las especies *Agropyron repens x spicatum* (AGRE) y *Elymus junceus* (ELJU) con 56.91% y 49.51% respectivamente, ambos tratamientos estadísticamente iguales, superaron a la especie *Elymus cinereus* (ELCI), que obtuvo un menor porcentaje de cobertura con 23.25%, esto posiblemente por las características del forraje (planta de tallo grueso, de hojas alargadas de aspecto Cinti forme, lo que no permite cubrir la superficie).

Al respecto Mendoza (1992), al realizar el trabajo de investigación en el Altiplano boliviano indica que la especie *Festuca arundinacea* (FEAR) obtuvo 61.94% de cobertura densa, lo que nos muestra que se encuentra por debajo de las especies en estudio, tal es el caso de *Agropyron elongatum* (AGEL) y *Festuca arundinacea* (FEAR), y por encima del resto de las especies en estudio. Esto se atribuye posiblemente a las cualidades de adaptación y producción diferente de cada especie, y el diferente ecotipo que presenta el suelo.

#### 4.3.4 Rendimiento en materia verde

Los datos correspondientes a esta variable son presentados en el cuadro 12. En el mismo se observa que no hubo variaciones en los resultados de las repeticiones realizados en el análisis de varianza ( $P=0.0500$ ), lo que significa que los bloques estaban bien diseñados; esto se deba posiblemente a la homogeneidad del suelo de la parcela.

A continuación se muestra el análisis de varianza para el rendimiento en materia verde.

**Cuadro 12.** Análisis de Varianza correspondiente a Materia Verde de 5 especies de gramíneas

FV	GL	CM	F-cal	Pr ( $F \geq F_{cal}$ )
Bloq	5	9846373	2.71	0.0500
Esp	4	186647414	51.38	0.0001
Error	20	3632783.2		
<b>Total</b>	<b>29</b>			

Coefficiente de Variación: 21.29%

Al observar el cuadro 12 se tiene un coeficiente de variación (CV) de 21.29%, lo que nos demuestra que los datos son confiables. En el mismo cuadro se puede ver que los tratamientos son significativamente diferentes, en al menos una especie ( $Pr=0.0001$ ), Siendo la especie *Festuca arundinacea* (FEAR) el mayor rendimiento con 15100.00 kg/ha, superior al resto de las especies; y la especie *Elymus cinereus* (ELCI) el de menor producción de forraje verde con 3080.83 kg/ha (cuadro 13).

Realizando la comparación de medias por la prueba de "t", este carácter registro una media de 8948.83 kg/ha de forraje verde por tratamiento (cuadro 13).

**Cuadro 13.** Medias para el rendimiento en materia verde para cada especie

Especies	Rendimiento en materia verde Kg/ha.
<i>Agropyron elongatum</i> (AGEL)	13985.83 a
<i>Agropyron repens x spicatum</i> (AGRE)	8802.50 ab
<i>Elymus cinereus</i> (ELCI)	3080.83 b
<i>Elymus junceus</i> (ELJU)	3775.00 b
<i>Festuca arundinacea</i> (FEAR)	15100.00 a

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales  $Pr \leq 0.01$

Las especies que produjeron mayor cantidad de forraje verde con diferencia significativa son (*Agropyron elongatum*) (AGEL) y (*Festuca arundinacea*) (FEAR), cuyos rendimientos estadísticamente iguales, variaron entre 13985.8 y 15100.0 kg/ha; y fueron superiores al resto de las especies (Cuadro 13). El segundo grupo comprende a la especie *Agropyron repens x spicatum* (AGRE), con 8802.50 kg/ha de forraje verde; superior a la especie *Elymus cinereus* (ELCI) con menor cantidad de forraje, 3080.8 kg/ha, esto posiblemente se debe a las cualidades de adaptación y producción diferente de cada especie de la zona de Tamborada.

#### 4.3.5 Rendimiento en materia seca

Los datos correspondientes a esta variable son presentados en el cuadro 14. En el mismo se observa que no hubo variaciones en los resultados de las repeticiones realizados en el análisis de varianza ( $P=0.1829$ ), lo que significa que los bloques estaban bien diseñados; esto se deba posiblemente a la homogeneidad del suelo de la parcela.

A continuación se muestra el análisis de varianza para el rendimiento en materia seca.

**Cuadro 14.** Análisis de Varianza correspondiente a Materia Seca de 5 especies de gramíneas

FV	GL	CM	F-cal	Pr ( $F \geq F_{cal}$ )
Bloq	5	0.588	1.69	0.1829
Esp	4	27.927	80.26	0.0001
Error	20	0.3479		
<b>Total</b>	<b>29</b>			

Coefficiente de Variación: 7.54%

Al observar el cuadro 14 se tiene un coeficiente de variación (CV) de 7.54%, lo que nos demuestra que los datos son confiables. En el mismo cuadro se puede ver que los tratamientos son significativamente diferentes, en al menos una especie ( $Pr=0.0001$ ), Siendo la especie *Festuca arundinacea* (FEAR) el mayor rendimiento con 5000.70 kg/ha, superior al resto de las especies; y la especie *Elymus cinereus* (ELCI) el de menor producción de materia seca con 1139.98 kg/ha (cuadro 15).

Realizando la comparación de medias por la prueba de "t", este carácter registro una media de 3190.33 kg/ha de materia seca por tratamiento (cuadro 15).

**Cuadro 15.** Medias para el rendimiento en materia seca para cada especie

Especies	Rendimiento en materia seca kg/ha
<i>Agropyron elongatum</i> (AGEL)	4862.85 a
<i>Agropyron repens x spicatum</i> (AGRE)	3585.49 ab
<i>Elymus cinereus</i> (ELCI)	1139.98 b
<i>Elymus junceus</i> (ELJU)	1362.65 b
<i>Festuca arundinacea</i> (FEAR)	5000.70 a

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales  $Pr \leq 0.01$

En el cuadro se observa que sobresalen las especies *Agropyron elongatum* (AGEL) y *Festuca arundinacea* (FEAR), cuyos rendimientos estadísticamente iguales variaron entre 4862,85 y 5000,70 kg/ha, las mismas fueron superiores al resto de las especies, produciendo mas materia seca (cuadro15). Posteriormente sigue la especie *Agropyron repens x spicatum* (AGRE) con 3585.49 kg/ha; la misma supera a las especies *Elymus cinereus* (ELCI) y *Elymus junceus* (ELJU), ambos tratamientos estadísticamente iguales alcanzaron un rendimiento de 1139.98 y 1362.65 kg/ha respectivamente; esto se atribuye posiblemente a las características de la especie, o a las condiciones de medio ambiente.

Al respecto Astorga (1995), al realizar trabajos de investigación indica que el rendimiento de materia seca promedio por corte para la especie *Festuca arundinacea* (FEAR) en tres localidades del altiplano fue de: 1182 kg/ha en la localidad de Condori; 641 kg/ha en la localidad de Belén y 983 kg/ha en la localidad de Tiawanacu.

Por su parte Ochoa (1994), al realizar trabajos de investigación en Buenos Aires obtuvo un rendimiento de MS de *Agropyron elongatum* (AGEL) de 4500 kg/ha/año, lo que nos muestra que los datos en estudio se encuentran en el rango de otras investigaciones, y en diferentes ecotipos.

Los datos de campo correspondientes a las variables de respuesta se representan en el anexo.

2. En general todas las especies de gramíneas forrajeras tolerantes a la salinidad presentaron un comportamiento diferente entre ellas, en cuanto a altura de planta, porcentaje cobertura vegetal, rendimiento de materia verde y rendimiento de materia seca.

3. El comportamiento de las especies en cuanto a altura planta, tuvo mayor repetición en las especies *Elymus cinereus* (ELCI) y *Agropyron elongatum* (AGEL) con 35.4 y 32.7 cm. de altura respectivamente; los restantes tres especies presentaron valores comprendidos entre 24.7 y 32.1 cm. de altura, esto por las cualidades de adaptación diferente de cada especie.

4. *Festuca arundinacea* (FEAR) y *Agropyron elongatum* (AGEL), estadísticamente iguales forman mayor cobertura que las demás especies con 79.59 y 76.53% respectivamente, en este tipo de suelos.

5. Las especies con mayor rendimiento, resistentes a enfermedades y un buen vigor fueron las especies *Festuca arundinacea* (FEAR) y *Agropyron elongatum* (AGEL), cuyos resultados

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos se llegaron a las siguientes conclusiones.

1. El suelo presenta una textura franco; con un pH de 8.0, lo que nos indica que se trata de un suelo moderadamente alcalino; CE (conductividad eléctrica) 3.19 milinhos/cm que corresponde a un suelo ligeramente salino; con una materia orgánica de 2.33%; nitrógeno total de 0.123%, que corresponden a un nivel relativamente bajo. Fósforo disponible de 13.3 ppm; potasio disponible muestra 0.73 meq/lt, la que nos indica que encuentran a un nivel relativamente moderado. Sodio disponible de 26.50 me/lt que corresponde a un nivel relativamente alto; calcio disponible de 9 me/lt, que nos indica que esta en el rango satisfactorio para la planta; magnesio disponible de 6 me/lt que indica que esta relativamente alto.

2. En general todas las especies de gramíneas forrajeras tolerantes a la salinidad presentaron un comportamiento diferente entre ellas, en cuanto a altura de planta, porcentaje cobertura vegetal, rendimiento de materia verde y rendimiento de materia seca.

3. El comportamiento de las especies en cuanto a altura planta, tuvo mayor repercusión en las especies *Elymus cinereus* (ELCI) y *Agropyron elongatum* (AGEL) con 35.4 y 32.7 cm. de altura respectivamente; los restantes tres especies presentaron valores comprendidos entre 24.7 y 32.1 cm. de altura, esto por las cualidades de adaptación diferente de cada especie.

4. *Festuca arundinacea* (FEAR) y *Agropyron elongatum* (AGEL), estadísticamente iguales forman mayor cobertura que las demás especies con 79.59 y 76.53% respectivamente, en este tipo de suelos.

5. Las especies con mayor rendimiento, resistente a enfermedades y un buen vigor fueron las especies *Festuca arundinacea* (FEAR) y *Agropyron elongatum* (AGEL), cuyos resultados



superaron al resto de las especies, principalmente en producción de forraje verde con: 1500.00 y 13985.80 kg/ha; y obtención de materia seca con 5000.70 y 4862.85 kg/ha respectivamente.

6. Las especies recomendadas para la producción de forrajes que toleran la salinidad en cuanto a biomasa en la zona de Tamborada son *Festuca arundinacea* (FEAR) y *Agropyron elongatum* (AGEL) por su mayor rendimiento de materia verde y materia seca, buena adaptabilidad al medio; por su buen comportamiento en la cobertura vegetal y por su altura moderada.

7. En general todas las especies con las que se trabajo, excepto la especie DIST que no ha sido tomado en cuenta en los análisis por no haber germinado; se adaptaron a las condiciones ambientales de la zona, y no se observaron daños mayores causadas por plagas ni enfermedades.

## VI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABASTO, F. O: P. 1993. Composición química y digestibilidad de forrajes nativos en Llamas y ovinos en el altiplano desértico. Tesis. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Cochabamba, Bol. 113p.
- ACEVES, N. L. 1981. Los terrenos en salitrados y los Métodos para la recuperación. 1ed. Departamento de Suelos, Universidad de Chapingo, México.
- ALZERRECA, A. H.; CARDOZO, A. 1991. Valor de los alimentos para la ganadería Andina. La paz, Bol. 83-84pp.
- RICE, K. J.; MACK, R. N. 1991. Ecological genetics of *Bromus tectorum*. III. The demography of reciprocally sown populations. Department of Agronomy and Range Science, University of California, Davis, CA 95616, USA. *Oecologia* vol. 88 (1): pp. 91-101.
- ASTORGA, J. 1995. Manejo de Pasturas y Producción de Forrajes. Postgrado en Ganadería Andina. UTO (mimeografiado), Oruro, Bolivia. 69p.
- BARRIENTOS, E. 2002. Manejo de Praderas y Producción de Forrajes FCAP-UTO. Oruro, Bolivia. 171p.
- BERDAHL, J. 1998. Seed maturity in four cool-season forage grasses. USDA-ARS, Northern Great Plains Res. Lab., P.O. Box 459, Mandan, ND 58554, USA\*\*USA. *Agronomy Journal* 90 (4): pp. 483-488.
- BERNAL, J. E. 1991. Pastos tropicales Producción y Manejo. 2 ed. Colombia. pp.321, 325-326.

- BILBAO, P. J. 1994. Características y análisis del sistema ganadero en la comunidad de Japo. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Cochabamba, Bolivia.
- BONNET, J. A. 1960. Edafología de los Suelos Salinos y Sódicos. Publicado por la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico.
- CARLSON, J. R. 1991. Registration of "NewHy" RS hybrid wheatgrass. USDA-ARS Forage & Range Research Laboratory, UTA State University, Logan, UT 84322-6300. USA. Crop Science vol. 31 (5): pp.1384-1385.
- Proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-DHV); Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS) y Empresa de Semillas Forrajeras (SEFO-SAM), 2000. Seminario Uní formación de técnicas y criterios de investigación. Centro de investigación de forrajes "Violeta", Empresa de semillas forrajeras y el proyecto Rhizobiología Bolivia. pp.5-6.
- Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF). 1999. Forrajes y Semillas Forrajeras. Vol. 10. Cochabamba, Bolivia. 80p.
- Centro de Investigación y Servicios en Teledetección (CISTEL). 1990. Una nueva visión de los recursos agroforestales en Bolivia. El aporte de la teledetección. Universidad Mayor de San Simón y Sherbrooke. Cochabamba, Bolivia. 16 p.
- COOPER, M.; MORRIS, D. 1986. Agricultura Forrajera. Ed. El ateneo. Buenos Aires, Argentina. 179p.
- Corporación de Desarrollo Cochabamba (CORDECO). 1991. Estudio de clasificación a nivel general del suelo y tierras con fines de capacidad de uso y salinidad del Valle Alto (parte plana).

- DORRONSORO, C. 2003. Contaminación por sales: medida de salinidad, modicidad Granada, ES. Consultado 18 May. 2005, disponible en:  
<http://edafologia.urgr.es/conta/tema12/medida.html>.
- DUTHIL, J. 1989. Producción de forrajes. Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad Politécnica de Madrid, 4ed. pp.53-54.
- DUTHIL, JEAN, 1980. Producción de forrajes.3ed., Ediciones Mundi Prensa Madrid, España, 38p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1993. Evaluación de la fertilidad de los suelos del Altiplano, Valle Central y Llanos de Bolivia. Informe basada en la consultaría de Valente y Oliver, Roma. s/p.
- FLORES, A.; FRED, B. 1989. Manual de pastos y forrajes. Dirección de Investigación Pecuaria, Universidad de California, Davis pp116, 130-131.
- FLORES, M. A.; MALPARTIDA, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región alto andina del Perú. ABRIL-S.A. pp121-149.
- GASTO, J. 1989. Manejo y utilización de pastizales en seminario Pastizales Andinos. REPAAN. Cochabamba, Bol. Pp. 29-31.
- HALL, J. W.; STOUT, D. G.; BROOKE, B. 1990. Effect of seed source on growth of giant wildrye (*Elymus cinereus*) at two elevations in interior British Columbia. Canadian Journal of Plant Science vol. 70 (2): pp. 551-554.
- HEWITT, G. B. 1980. Tolerante of 10 species of Agropyron to Feeding by Labops-Hesperius. RANGELAND INSECT LAB, AGRIC RES, SEA USDA, BOZEMAN, MT 59717, USA\*\*USA. Journal of Economic Entomology 73 (6): pp. 779-782.

- JENSEN, K. B. 2001. Dry matter production of orchardgrass and perennial ryegrass at five irrigation levels. Utah State Univ., USDA ARS, Forage & Range Res Lab, Logan// UT/ 84322. CROP SCIENCE, 2001 V 41, N2 (MAR-APR), PP. 479-487.
- JONES, R. J. 1983. Efecto del clima, el suelo y manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero. Cali, Col., CIAT. pp. 12-25.
- MENDOZA TORREZ, F. A. 1992. Evaluación de Gramíneas Forrajeras en el Altiplano Boliviano.
- MENESES, R.; BARRIENTOS, E. 2003. Producción de Forrajes y Leguminosas en el Altiplano Boliviano. Proyecto Agroleg, Bolivia. pp. 31,89.
- MICHEL, G. 1984. Las gramíneas forrajeras, estación de plantas forrajeras. Ediciones. ACRIBIA, Zaragoza, España. Pp.214-215, 268-269.
- MURIEL, R. 1995. Evaluación de tres especies halófitas en suelos salinos sódicos y su interacción con la fertilización química-orgánica en el Valle Alto. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Cochabamba, Bolivia. Pp.12-13.
- PIZARRO, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola, Madrid, España.
- TAPIA, M. 1984. Pastos y pastizales de los andes del sur de Perú, descripción botánica de las principales asociaciones vegetales y especies forrajeras. Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno, Perú. 72p.
- TEJADA, V. E.; GUZMAN, C. R. 1993. Halófitas arbustivas forrajeras: un curso potencial para agroforestería andina. Programa de Redoblamiento Forestal (PROFOR) Cochabamba, Bolivia. 126p.

TERRAZAS, A. R. 1992. Estimación de la erosión hídrica. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Cochabamba, Bol. 17p.

TOCAGNI, H. 1980. Forrajes. Ed. Continental S.A. 3ed. México, pp.66-70.

WHYTE, K.; MOIR, T. ; COOPER, J. 1975. Las gramíneas en la agricultura; cuarta Impresión. Roma, organización de naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

## VII. ANEXOS

### EVALUACIÓN DE COBERTURA VEGETAL EN %

Especie	Repeticiones						Promedio %
	I	II	III	IV	V	VI	
AGEL	61,75	89,88	75,19	71,88	94,56	65,94	76,53

Especie	Repeticiones						Promedio %
	I	II	III	IV	V	VI	
AGRE	60,51	63,44	52,81	62,81	58,75	43,12	56,91

Especie	Repeticiones						Promedio %
	I	II	III	IV	V	VI	
ELCI	26,13	16,38	28,44	21,56	19,06	27,94	23,25

Especie	Repeticiones						Promedio %
	I	II	III	IV	V	VI	
ELJU	38,44	39,06	56,56	48,63	58,44	55,94	49,51

Especie	Repeticiones						Promedio %
	I	II	III	IV	V	VI	
FEAR	69,06	70,94	94,44	78,75	79,06	85,31	79,59

**RESULTADOS  
ALTURA DE PLANTA  
AGEL**

Lecturas	Repeticiones						Promedio total
	1	2	3	4	5	6	
1	34	51	48	27	50	33	
2	30	57	41	28	36	32	
3	33,5	38	40	30	43	35	
4	36	45	50	30,5	35	34	
5	52	43	36	31	32	32,5	
6	43,5	34	36	37	38	29	
7	29,5	38	40	35	33	36	
8	33	41	37	38	26	20	
9	27	44	38	29	31	29	
10	27,5	39	43	33	49	45	
<b>Promedio</b>	<b>31,85</b>	<b>39,1</b>	<b>36,6</b>	<b>28,55</b>	<b>32,4</b>	<b>28,05</b>	<b>32,8</b>

**AGRE**

Lecturas	Repeticiones						Promedio total
	1	2	3	4	5	6	
1	29	29	28	23	32	25	
2	28	29	25	34	31	26	
3	27,5	26	30	25	25	19	
4	29,5	30	23	30	23	22	
5	30	21	24	28	22	22	
6	46	26	31	27	28	26	
7	33,5	34	22	29	23	28	
8	31,5	29	29	26	21	24	
9	39,5	29	29	37	23	16	
10	42,5	35	28	32	31	25	
<b>Promedio</b>	<b>29,45</b>	<b>25,3</b>	<b>24,1</b>	<b>25,9</b>	<b>22,8</b>	<b>20,8</b>	<b>24,7</b>

**ELCI**

Lecturas	Repeticiones						Promedio total
	1	2	3	4	5	6	
1	55,5	53	58	37	26	46	
2	36	39	37	25	72	62	
3	36	56	28	45	26	37	
4	30	38,5	32	32	33	59	
5	46,5	37	30	35	34	49	
6	34	30	21	34	33	61	
7	61	31	36	32	22	38	
8	45	31,5	53	46	32	29	
9	42	29	39	32	47	36	
10	34	39	57	45,5	48	45	
<b>Promedio</b>	<b>38,6</b>	<b>34,5</b>	<b>33,4</b>	<b>31,8</b>	<b>32,5</b>	<b>41,7</b>	<b>35,4</b>

**ELJU**

Lecturas	Repeticiones						Promedio total
	1	2	3	4	5	6	
1	57,5	29	34	28	36	37	
2	25,5	23	35	39	40	24	
3	23	29	29	31	34	38	
4	30	27	36	29	35	33	
5	36	26,5	24	38	43	25	
6	31	32	25	33	30	38	
7	30	27,5	44	28	38	26	
8	40,5	29	36	31	32	32	
9	31,5	21	33	32	31	16	
10	33	29	34	30	25	21	
<b>Promedio</b>	<b>30,5</b>	<b>24,4</b>	<b>29,6</b>	<b>28,9</b>	<b>31,9</b>	<b>26,9</b>	<b>28,7</b>

**FEAR**

Lecturas	Repeticiones						Promedio total
	1	2	3	4	5	6	
1	32	29	31	31	52	29	
2	32	36,5	40	36	40	39	
3	30	34	34	39	38	38	
4	39,5	32	50	38	37	39	
5	34	39	34	40	34	45	
6	28	30	36	28	38	33	
7	38	32	32	30	40	44	
8	30	29	35	30	51	43	
9	28	28	42	26	42	31	
10	26	31	41	32	46	42	
<b>Promedio</b>	<b>29,15</b>	<b>28,95</b>	<b>33,4</b>	<b>29,8</b>	<b>37,2</b>	<b>34,1</b>	<b>32,1</b>



**RENDIMIENTO MV. MS.**

Especie	Rendimiento kg./ha	Repeticiones						Promedio kg./ha
		I	II	III	IV	V	VI	
AGEL	Materia verde	14255,00	12635,00	17535,00	13445,00	15425,00	10620,00	13985,83
AGEL	Materia seca	4989,09	4750,76	5816,36	4699,03	5141,15	3780,72	4862,85

Especie	Rendimiento kg./ha	Repeticiones						Promedio kg./ha
		I	II	III	IV	V	VI	
AGRE	Materia verde	9200,00	10190,00	10155,00	8500,00	7380,00	7390,00	8802,50
AGRE	Materia seca	4050,76	3878,31	4169,64	3506,25	2952,00	2956,00	3585,49

Especie	Rendimiento kg./ha	Repeticiones						Promedio kg./ha
		I	II	III	IV	V	VI	
ELCI	Materia verde	3600,00	1470,00	4225,00	3590,00	3205,00	2395,00	3080,83
ELCI	Materia seca	1378,29	504,94	1489,31	1330,45	1225,91	911,00	1139,98

Especie	Rendimiento kg./ha	Repeticiones						Promedio kg./ha
		I	II	III	IV	V	VI	
ELJU	Materia verde	2980,00	2785,00	5980,00	3985,00	5120,00	1800,00	3775,00
ELJU	Materia seca	1172,98	928,32	2443,43	1257,27	1733,63	640,26	1362,65

Especie	Rendimiento kg./ha	Repeticiones						Promedio kg./ha
		I	II	III	IV	V	VI	
FEAR	Materia verde	9415,00	15320,00	19605,00	12200,00	16960,00	17100,00	15100,00
FEAR	Materia seca	3452,19	5292,29	5465,87	4650,64	5903,77	5239,44	5000,70

## Datos corridos de altura planta

The SAS System

10:46 Friday, April 2, 2004 49

The GLM Procedure  
Dependent Variable: ap

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	436.5538333	48.5059815	3.47	0.0098
Error	20	279.3931667	13.9696583		
..... Corrected Total	29	715.9470000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ap Mean
0.609757	12.15875	3.737601	30.74000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
blq	5	27.7360000	5.5472000	0.40	0.8450
sp	4	408.8178333	102.2044583	7.32	0.0008

The SAS System

10:46 Friday, April 2, 2004 46

The GLM Procedure

Source	Type III Expected Mean Square
blq	Var(Error) + 5 Var(blq)
sp	Var(Error) + Q(sp)

The SAS System

10:46 Friday, April 2, 2004 47

The GLM Procedure  
Least Squares Means

	Standard	LSMEAN			
sp	ap LSMEAN	Error	Pr >  t	Number	
...AGEL	32.7583333	1.5258691	<.0001	1	
...AGRE	24.7250000	1.5258691	<.0001	2	
...ELCI	35.4166667	1.5258691	<.0001	3	
...ELJU	28.7000000	1.5258691	<.0001	4	
...FEAR	32.1000000	1.5258691	<.0001	5	

Least Squares Means for effect sp  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)  
..... Dependent Variable: ap

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0013	0.2323	0.0747	0.7635
3	0.2323	<.0001		0.0055	0.1400
2	0.0013		<.0001	0.0013	0.0027
4	0.0747	0.0803	0.0055		0.1308
5	0.7635	0.0027	0.1400	0.1308	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

## Datos corridos de Cobertura Vegetal

Number of observations 30  
The SAS System 16:56 Friday, April 2, 2004 9

The GLM Procedure  
Dependent Variable: cv  
Sum of

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	12929.73721	1436.63747	16.73	<.0001
Error	20	1717.93218	85.89661		
Corrected Total	29	14647.66939			

R-Square 0.882716    Coeff Var 16.21440    Root MSE 9.268042    cv Mean 57.15933

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
blq	5	408.23679	81.64736	0.95	0.4706
sp	4	12521.50042	3130.37511	36.44	<.0001

The GLM Procedure

Source	Type III Expected Mean Square
blq	Var(Error) + 5 Var(blq)
sp	Var(Error) + Q(sp)

The SAS System 16:56 Friday, April 2, 2004 11

The GLM Procedure  
Least Squares Means

Standard	LSMEAN	Error	Pr >  t	Number
.....sp	cv LSMEAN			
AGEL	76.5333333	3.7836624	<.0001	1
AGRE	56.9066667	3.7836624	<.0001	2
ELCI	23.2516667	3.7836624	<.0001	3
ELJU	49.5116667	3.7836624	<.0001	4
FEAR	79.5933333	3.7836624	<.0001	5

Least Squares Means for effect sp  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)  
Dependent Variable: cv

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0015	<.0001	<.0001	0.5738
2	0.0015		<.0001	0.1822	0.0004
3	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
4	<.0001	0.1822	<.0001		<.0001
5	0.5738	0.0004	<.0001	<.0001	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

## Datos corridos de Materia Verde

The SAS System

16:56 Friday, April 2, 2004 22

The GLM Procedure  
Dependent Variable: mv

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	795821519.2	88424613.2	24.34	<.0001
Error	20	72655665.0	3632783.2		
Corrected Total	29	868477184.2			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	mv M
0.916341	21.29871	1905.986	8948.833

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
blq	5	49231864.2	9846372.8	2.71	0.0500
sp	4	746589655.0	186647413.8	51.38	<.0001

The GLM Procedure

Source	Type III Expected Mean Square
blq	Var(Error) + 5 Var(blq)
sp	Var(Error) + Q(sp)

The SAS System

16:56 Friday, April 2, 2004 24

The GLM Procedure  
Least Squares Means  
Standard LSMEAN

.....sp	mv LSMEAN	Error	Pr >  t	Number
AGEL	13985.8333	778.1156	<.0001	1
AGRE	8802.5000	778.1156	<.0001	2
ELCI	3080.8333	778.1156	0.0008	3
ELJU	3775.0000	778.1156	<.0001	4
FEAR	15100.0000	778.1156	<.0001	5

Least Squares Means for effect sp  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)  
Dependent Variable: mv

i/j	1	2	.... 3	... 4	... 5
1		0.0001	<.0001	<.0001	0.3234
2	0.0001		.... <.0001	0.0002	<.0001
3	<.0001	<.0001		0.5353	<.0001
4	<.0001	0.0002	0.5353		.... <.0001
5	0.3234	<.0001	<.0001	<.0001	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

## Datos corridos de Materia Seca

The GLM Procedure  
Dependent Variable: ms

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	86673854.13	9630428.24	31.71	<.0001
Error	20	6073842.50	303692.12		
Corrected Total	29	92747696.62			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ms Mean
0.934512	17.27350	551.0827	3190.335

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
blq	5	4022269.82	804453.96	2.65	0.0540
sp	4	82651584.30	20662896.08	68.04	<.0001

The SAS System 10:46 Friday, April 2, 2004 36

The GLM Procedure

Source	Type III Expected Mean Square
blq	Var(Error) + 5 Var(blq)
sp	Var(Error) + Q(sp)

The SAS System 10:46 Friday, April 2, 2004 37

The GLM Procedure  
Least Squares Means

Standard LSMEAN

sp	ms LSMEAN	Error	Pr >  t	Number
AGEL	4862.85167	224.97856	<.0001	1
AGRE	3585.49333	224.97856	<.0001	2
ELCI	1139.98333	224.97856	<.0001	3
ELJU	1362.64833	224.97856	<.0001	4
FEAR	5000.70000	224.97856	<.0001	5

Least Squares Means for effect sp  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)  
Dependent Variable: ms

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0007	<.0001	<.0001	0.6695
2	0.0007		<.0001	<.0001	0.0002
3	<.0001	<.0001		0.4921	<.0001
4	<.0001	<.0001	0.4921		<.0001
5	0.6695	0.0002	<.0001	<.0001	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

