

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE NÚMERO DE MACOLLO A DIFERENTES DISTANCIAS EN LA  
PROPAGACION ASEJUAL DE FESTUCA (*Festuca ovina*) EN AMBIENTES  
ATEMPERADOS**

**YRENE ROXANA QUISPE GUACHALLA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2010**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE NÚMERO DE MACOLLO A DIFERENTES DISTANCIAS EN LA  
PROPAGACION ASEXUAL DE FESTUCA (*Festuca ovina*) EN AMBIENTES  
ATEMPERADOS**

*Tesis de Grado presentada como  
requisito para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**YRENE ROXANA QUISPE GUACHALLA**

**Tutor:**

Ing. Rafael Díaz Soto

**Tribunal Examinador:**

Ing. M.Sc. Felix Rojas Ponce

Dr. Bernardo Soliz Guerrero

Ing. Victor Paye Huaranca

**Aprobada**

**Presidente Tribunal Examinador:**

*Dedicado:*

*A Dios por bendecirme y guiarme en cada momento de mi vida.*

*A mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron.*

*A mis hermanos por su apoyo incondicional.*

*A mi amiga Eugenia por su gran ayuda.*

## **Agradecimientos**

Con el presente trabajo de investigación hago llegar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, a todo el plantel docente y administrativo de la Carrera de Ingeniería Agronómica, donde me forme profesionalmente.

Al Jardín Botánico El Alto, perteneciente al Gobierno Municipal El Alto, por la colaboración incondicional para llevar a cabo el presente trabajo.

Al Ing. Rafael Díaz Soto, como Tutor por las correcciones y sugerencias realizadas del presente trabajo.

Al Ing. Msc. Félix Rojas Ponce, por las sugerencias realizadas del presente trabajo.

Al Dr. Bernardo Solíz Guerrero, por las sugerencias realizadas del presente trabajo.

Al Ing. Víctor Paye Huaranca, por las sugerencias realizadas del presente trabajo.

A todos los que compartieron conmigo durante la etapa de estudio y un agradecimiento muy especial a la Ing. Eugenia Nina por la colaboración en la realización de este documento.

# INDICE

	Pag.
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.1.3 Hipótesis.....	2
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Generalidades del Cultivo.....	3
2.1.1 Origen.....	3
2.1.2 Distribución.....	3
2.1.3 Características del cultivo.....	4
2.1.4 Descripción de la Planta.....	5
2.1.5 Taxonomía.....	6
2.2 Propagación.....	6
2.2.1 Propagación asexual o vegetativa.....	6
2.2.2 Usos e importancia de la propagación asexual.....	7
2.2.3 Condiciones a considerar en propagación asexual.....	9
2.2.4 Condiciones para el enraizamiento.....	10
2.2.4 Condiciones para el enraizamiento.....	10
2.2.6 Propagación sexual.....	11
2.3 Distancia de transplante.....	11
2.4 Ambientes atemperados.....	12
3 MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1 Localización.....	14
3.1.1 Características generales.....	14
3.1.2 Ubicación geográfica.....	14
3.2 Características Ecológicas.....	14
3.2.1 Clima.....	14
3.3 Materiales.....	15
3.4 Metodología.....	16

3.4.1	Procedimiento experimental.....	16
3.4.1.1	Preparación de sustrato.....	16
3.4.1.2	Parcelación.....	17
3.4.1.3	Características en la recolección de plantas madres.....	17
4.3.1.4	Transplante.....	17
3.4.1.5	Labores culturales.....	18
3.4.1.6	Identificación de las plantas.....	19
3.4.1.7	Diseño experimental.....	19
3.4.1.8	Factores de estudio.....	20
3.4.1.9	Tratamiento.....	20
3.5	Variables de respuesta.....	21
3.4.2	Variables agronómicas.....	21
3.4.3	Variables fenológicas.....	21
3.4.4	Análisis económico de la producción.....	22
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.4	Comportamiento climático.....	25
4.2	Variables agronómicas en la <i>festuca ovina</i> .....	26
4.2.1	Variables agronómicas en la <i>festuca ovina</i> .....	26
4.2.1.1	Altura de planta para distancias.....	28
4.2.2	Número de hojas.....	28
4.2.2.1	Número de hojas por planta para distancia de transplante.....	32
4.2.2.2	Número de hojas por planta para macollos.....	34
4.2.2.3	Interacción distancia, número de macollos para número de hojas por planta.....	36
4.2.3	Número de macollos.....	40
4.2.3.1	Número de macollos por planta para distancia de transplante.....	42
4.2.3.2	Número de macollos por planta para macollos.....	44
4.2.3.3	Interacción distancia por macollos para el número de macollos .....	46
4.3	Variables fenológicas.....	50
4.2.4	Porcentaje de prendimiento.....	50
4.3.1.1	Porcentaje de prendimiento para distancia.....	50

4.3.1.2	Porcentaje de prendimiento para número macollos.....	54
4.3.1	Número de nuevas plántulas.....	55
4.3.2.1	Numero de nuevas plántulas para distancia.....	57
4.3.2.2	Número de nuevos plántulas para número de macollos.....	59
4.4	Análisis económico.....	60
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
5.1	Conclusión.....	62
5.2	Recomendación.....	64
6	Bibliografía.....	65

## INDICE DE CUADROS

Nº	Pag.
1. Composición química de la Festuca ovina en plena Floración.....	5
2. Preparación del sustrato para la multiplicación de Festuca ovina.....	16
3. Tratamientos resultantes del arreglo en parcelas divididas.....	20
4. Promedios de altura de planta por tratamiento con diferente número de macollos en festuca ovina.....	26
5. Análisis de varianza para altura de la planta en festuca ovina.....	27
6. Prueba de Duncan para altura de planta (cm).....	28
7. Promedio de número de hojas por planta a diferentes distancias y números de macollos.....	30
8. Análisis de varianza para número de hojas.....	32
9. Prueba de Duncan para número de hojas a diferentes distancias.....	33
10. Prueba de Duncan del número de hojas para diferente número de macollos.....	34
11. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción distancia de transplante por número de macollos en el número de hojas.....	36
12. Comparación de medias del número de hojas para la interacción distancia de transplante (7 cm) y número de macollos.....	38
13. Comparación de medias del número de hojas por planta para la interacción distancia de transplante (10cm) y número de macollos.....	39
14. Comparación de medias del número de hojas por planta para la interacción distancia de transplante (15 cm) y número de macollos.....	39
15. Promedio de número de macollos por tratamiento.....	40
16. Análisis de varianza para número de macollos.....	42
17. Prueba de Duncan del número de macollos para distancia de transplante.....	43
18. Prueba de Duncan del número de macollos para macollos.....	44
19. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción distancia de transplante para el número de macollos por planta.....	46

20. Comparación de medias para el número de macollos en la interacción distancia de transplante (7 cm) y macollos.....	48
21. Comparación de medias de número de macollos para la interacción distancia de Transplante transplante (10 cm) y macollos.....	48
22. Comparación de medias del número de macollos para la interacción distancia de transplante (15 cm) y macollos.....	49
23. Promedio porcentaje de prendimiento para cada tratamiento.....	50
24. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento.....	52
25. Prueba Duncan del porcentaje de prendimiento para distancia de transplante.....	53
26. Prueba de Duncan del porcentaje de prendimiento para número de macollos.....	54
27. Promedios de número de nuevas plántulas.....	55
28. Análisis de varianza para número de nuevas plántulas.....	57
29. Prueba de Duncan del número de nuevas plántulas para la distancia de transplante.....	58
30. Prueba de Duncan del número de nuevas plántulas para número de macollos.....	59
31. Análisis económico de beneficio / costo por tratamiento.....	60

## INDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Pag.</b>
1. Variación de temperaturas durante el estudio.....	24
2. Variación de humedad relativa.....	25
3. Promedio de alturas por tratamiento en plantas de Festuca ovina.....	27
4. Altura de planta a diferentes distancias.....	29
5. Promedio de número de hojas para los nueve tratamientos.....	31
6. Número de hojas por planta para distancia de transplante.....	34
7. Número de hojas por planta para número de macollos.....	35
8. Interacción distancia de transplante por número de macollos en el número de hojas.....	37
9. Promedio de número de macollos por planta para los nueve tratamientos.....	41
10. Número de macollos por planta para distancia de transplante.....	43
11. Número de macollos en Festuca ovina.....	45
12. Interacción de distancia de transplante por macollos en el número de Macollos.....	47
13. Promedio porcentaje de prendimiento para los nueve tratamientos.....	51
14. Porcentaje de prendimiento para distancia de transplante.....	53
15. Porcentaje de prendimiento para número de macollos.....	55
16. Promedio del número de nuevas plántulas para los nueve tratamientos.....	56
17. Nuevas plántulas para distancia de transplante.....	58
18. Número de nuevas plántulas a diferente número de macollos.....	60

## RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo durante la gestión 2005, en el vivero Jardín Botánico "El Alto" dependiente del G.M.E.A, donde se calculo el numero de macollos a diferentes distancias en la propagación asexual de festuca (*Festuca ovina*), utilizando tres distancias y tres diferentes números de macollos.

Los objetivos planteados fueron: Observar cual de los tres diferentes números de macollos es mejor para la multiplicación, calcular el comportamiento agronómico de los tres diferentes números de macollos, conocer el efecto de las tres distancias de transplante y analizar los costos parciales,

El establecimiento se llevo a cabo bajo un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas, en un área de 8.32m<sup>2</sup>.

Entre las variables de respuesta: variables agronómicas como altura de la planta, número de macollos por tratamiento, numero de hojas por planta. Las variables fenológicas fueron porcentaje de prendimiento y días a la obtención de nuevas plántulas.

Estas variables fueron analizadas mediante un análisis simple y un análisis combinado.

Determinante en altura de planta, en el que se observo, de las tres distancias y el numero de macollos son iguales, dando sin embargo una buena multiplicación de macollos y numero de hojas, el de 8 macollos siendo similar el de 6 macollos para una distancia de transplante 10cm, es el más adecuado, siendo este factor muy importante para el desarrollo de las plántulas frente a 15 y 7 cm.

El mejor para la multiplicación de nuevas plántulas es de 6 macollos siendo rentable y aceptable en el mercado para su comercialización.

# 1 INTRODUCCIÓN

La floricultura es caracterizada por su gran diversidad de plantas ornamentales, es utilizada como plantas de interior así como en jardinería y arreglos paisajísticos.

La festuca (*Festuca ovina*), es importante en nuestro medio, aparte de ser una planta ornamental se usa también en henificado, así también evita la erosión del suelo. La festuca (*Festuca ovina*) es una planta perenne que soporta las heladas, tiene una propagación sexual (semilla) lo cual requiere de mayor tiempo y cuidado para su germinación.

En nuestro medio se práctica poco la propagación asexual, en tanto la división de macollos es el procedimiento ordinario para propagar plantas que producen nuevos macollos, que se cortan secciones de los mismos y se transplantan los pedazos individuales.

En los últimos años se ha venido observando la reproducción de plantines de festuca (*Festuca ovina*) a través de semillas, esta reproducción requiere mayor tiempo y cuidado, buena preparación del sustrato, riego adecuado, a diferencia de la propagación asexual requiere menor tiempo y no es exigente en sustrato. En la actualidad la baja importancia que se le ofrece a las especies ornamentales en nuestro medio es relativamente indiferente, por lo que se encontró poca información con respecto a esta especie; sin embargo, pequeñas descripciones que hacen referencia a las características, mas sobresalientes del cultivo.

Sabiendo que la propagación de festuca (*Festuca ovina*) se obtiene por semillas, que requiere mayor tiempo para su propagación, con este trabajo de investigación se pretende diversificar e incentivar la floricultura mediante la propagación asexual a través de diferentes números de macollos a diferentes distancias donde se tendrá mayor número de plantas en menor tiempo para de esta manera incrementar áreas verdes como son los jardines y parques.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General:**

- Evaluar el efecto del número de macollos a diferentes distancias en la propagación asexual de festuca (*Festuca ovina*) en ambientes atemperados.

### **1.1.2 Objetivos específicos:**

- Evaluar el comportamiento agronómico de los tres diferentes números de macollos en la propagación de festuca.
- Conocer el efecto de tres distancias de transplante en la propagación de festuca.
- Analizar el efecto del número de macollos y las distancias de transplante en la propagación de festuca.
- Analizar los costos parciales de los tratamientos en estudio.

### **1.1.3 Hipótesis:**

- No existe diferencias en la multiplicación de plantines en los tres diferentes números de macollos.
- No existe diferencia en el comportamiento agronómico de los tres diferentes números de macollos.
- No existen diferencias entre las tres distancias de transplante.
- No existen diferencias en los costos de cada tratamiento.

## **2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Generalidades del Cultivo**

#### **2.1.1 Origen**

Muslera (1984) menciona, la festuca (*Festuca ovina*) es originaria de Europa Central y Asia, actualmente esta extendida por todas las regiones de clima húmedo y frío, estas plantas soportan mejor el encharcamiento.

Por su parte Cowan (1989), indica que la festuca (*Festuca ovina*) es oriunda probablemente del Hemisferio Norte, sin embargo, no se tiene un origen definido.

#### **2.1.2 Distribución**

Correa (1978), menciona, la *Festuca ovina* es un género de alrededor de 150 especies distribuidas en los climas templados y templado-fríos de todo el mundo, habitando, de preferencia las altas montañas. Unas 40 especies habitan desde los Andes de América del Sur hasta el nivel del mar, en las Vegas se adapta a suelos pantanosos y aún en tierras secas, dando origen a menudo a extensos pastizales.

En su mayoría forman matas grandes, muy arraigadas que si son de follaje tierno proporcionan buen forraje para el ganado y algunas se cultivan para este fin.

La distribución está en todas las regiones de clima húmedo y frío de Centro y Norte de Europa participando principalmente en las mesetas de zonas húmedas. En España se encuentra espontáneamente por la Cornisa Cantabrica y zonas de montaña, en Sud América en menor magnitud por la importancia que se dan a esta festuca (*Festuca ovina*) (Muslera 1984).

### 2.1.3 Características del cultivo

Cowan (1989), menciona la festuca (*Festuca ovina*) forma macizos densos, con numerosos hojas de color gris azulado. Se adapta aproximadamente a las mismas condiciones climatológicas que el pasto azul de Kentucky, se la considera como una gramínea de un valor potencial considerable, utilizando en cierto grado para heno, esta planta es generalmente de ornamento, en cuanto a la semilla se desprenden fácilmente al madurar. La producción de semilla disminuye con relativa rapidez, después de dos o tres primeros años, las poblaciones densas se pueden renovar mediante una labor ligera de arado labrando el césped a una profundidad de 10 cm.

Migliorini (1984), indica, la festuca (*Festuca ovina*) es una especie vivaz de hojas tiernas y erguidas de color verde, con inflorescencia en panoja, resiste al exceso de humedad y las bajas temperaturas, siendo mas perjudicado por las sequías. Soporta climas húmedos y frescos, en suelos de reacción alcalina, que han de recibir un buen abonado para proporcionar rendimientos interesantes, es cultivada en regadío, en zonas de climas templados y suelos productivos, proporciona 3-4 cortes anuales que se destinan más a menudo al ganado.

Muslera (1984), señala, la festuca (*Festuca ovina*) tiene las hojas tiesas y suaves de semillas pequeñas, el sistema radicular es superficial, es una planta de zonas frías de clima templado, que resiste bien al frío invernal, pero susceptible a la sequía y al calor de verano. Prefiere suelos húmedos y fértiles, pero tolera suelos alcalinos y arenosos siempre que haya humedad ya que esta planta soporta mejor el encharcamiento entre las festucas finas.

El mismo autor indica que la planta verde cortada en plena floración, ofrece la siguiente composición:

**Cuadro 1. Composición química de la *Festuca ovina* en plena Floración**

Composición	Porcentaje (%)
Agua	15
Materia seca	85
Proteína bruta	7
Grasas	1
Extractos inazoados	35
Fibras	35
Cenizas	5

(Muslera, 1984)

#### **2.1.4 Descripción de la Planta**

Según Rugolo (1987), la descripción botánica de la festuca ovina es la siguiente:

- Espiguillas 2-plurifloras, hermafroditas, comprimidas lateralmente pediceladas.
- Raquilla glabra o pubescente, articulada arribada de las glumas y entre los antecios no prolongada más allá de la última flor.
- Glumas 2, en general menores que los antecios, persistentes sobre el pedicelo, la inferior 1-nervia, raro 2-3 nervia, la superior normalmente 3-nervia.
- Lemma no carinada, dorso redondeado, obtusa, aguda o aristada, arista apical o sub apical, 5-nervia, glabra, escabrosa o pilosa.
- Pálea bicarinada, igual o menor que su lemma, ápice brevemente bidentado o acuminado, carinas escabrosas o ciliadas.
- Callo glabro.

- Flores hermafroditas o las superiores masculinas, estambres 3, ovario con el ápice glabro o piloso, estilos 2, estigmas plumosas que emergen lateralmente durante la antesis, cariopse cilíndrico u ovoide, dorso convexo, ápice piloso o glabro, muy adherido a la pálea, raro libre entre las glumelas.
- Planta perenne rizo matosas.
- Hojas planas, cetáceas o junciformes, con vernación convulata bronacea o papirácea.
- Inflorescencia en panoja contraída o laxa, paucia multiespiculada.

### 2.1.5 Taxonomía

Rojas (1997), la festuca ovina se clasifica de la siguiente manera:

Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Commelinidae
Orden	:	Cyperales
Familia	:	Poaceae
Subfamilia	:	Orizoideae
Tribu	:	Pooideae (Festuceae)
Nombre Científico	:	<i>Festuca ovina</i>
Nombre Común	:	Festuca

## 2.2 Propagación

### 2.2.1 Propagación asexual o vegetativa

Según Hartmán y Hadson (1998), la reproducción asexual es la multiplicación vegetativa que se emplean partes vegetativas de la planta original es posible que cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera. La reproducción puede ocurrir mediante la formación de raíces y

tallos y los acodos tienen capacidad de formar raíces adventicias y las estacas de raíz pueden regenerar un nuevo sistema de brote. Las hojas pueden regenerar tanto nuevas raíces como nuevos tallos. Es posible injertar entre sí una raíz y un tallo para formar una sola planta.

También el mismo autor menciona, la propagación asexual es posible a que cada una de las células de la planta contiene todos los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo y en la división celular (mitosis) que se efectúe durante el crecimiento y regeneración, los genes son replicados en las células hijas.

La regeneración de un organismo por métodos asexuales ocurre con facilidad en las plantas superiores.

Alexander *et. Al.* (1992) indica, que muchas plantas que forman semillas pueden reproducirse de dos formas: sexual y asexualmente; en la reproducción asexual la progenie se produce por uno solo progenitor, sin la unión de células sexuales masculinas y femeninas.

Cuando una planta de semilla se reproduce asexualmente, no es la semilla la que participa en la producción de nuevas plantas, sino otras estructuras diferentes. Esta reproducción asexual se conoce como propagación vegetativa, la raíz, el tallo y la hoja de la planta original. Hay dos tipos de reproducción vegetativa: natural y artificial; la propagación vegetativa natural incluye todos los procesos de reproducción asexual que ocurren naturalmente en las plantas y la propagación vegetativa artificial incluye todos los métodos usados por los seres humanos para producir vegetativamente las plantas.

Mesen (1998) indica, la propagación vegetativa es un tipo de propagación mediante la cual se obtiene nuevos organismos a través de una célula del organismo original sin la mediación de procesos sexuales, este tipo de propagación involucra únicamente divisiones mitóticas de las células; por lo tanto, los

organismos mediante la propagación vegetativa reproducen toda la información genética del organismo original.

Para Chavarry (1998), la multiplicación asexual de las plantas consiste en la propagación de individuos a partir de órganos vegetativos, ya que ciertos tejidos tienen capacidad de regenerarse bajo condiciones favorables; es decir, de formar nuevos órganos que aseguren la obtención de nuevas plantas.

Suárez (1996), menciona, que en muchas especies de órganos vegetativos tienen la capacidad de regeneración, permitiendo conservar las características morfológicas intrínsecas a través de regeneración y ganar mucho tiempo en el desarrollo de las plantas.

### **2.2.2 Usos e importancia de la propagación asexual**

Suárez (1996) indica, que la propagación asexual, tiene varios usos como:

- El uso de clones asegura la duplicación exacta de un individuo a partir de otro, es decir, capta las características genéticas de la planta madre.
- Hace posible la producción masiva de individuos únicos genéticamente conocidos.
- Da una clonación masiva a partir de pocos individuos producidos por semillas.
- Posibilita la utilización de clones bien adaptados a sitios particulares, a diferencia de la reproducción por semilla, donde existe una variabilidad de respuestas dentro del mismo sitio de plantación.
- Reduce el periodo juvenil para llegar a la madurez reproductiva, aspecto muy importante para la instalación de huertos semilleros, en programas de mejoramiento genético.

Rodríguez (1996), indica a través de la selección de plantas se pueden obtener individuos sobresalientes con características deseadas; desde el punto de vista teórico, es posible obtener mayores ganancias, propagando vegetativamente individuos seleccionados, estos genotipos únicos se pierden en la reproducción sexual y puede ser difícil volver a obtenerlo.

Zalles (1988) menciona, la reproducción por vía vegetativa, es de gran valor para la supervivencia de las plantas, pues muchas de las especies vegetativas que no llegan a producir semillas, se caracteriza por la capacidad de propagarse por vía asexual.

Zobel (1988), indica el uso de la propagación vegetativa tiene un uso muy especial en dasonomía, debe utilizarse para obtener productos de alto valor o en sitios donde haya necesidad especial; por ejemplo, si se desea cierta clase de madera esta puede obtenerse por medio de la propagación asexual, a un cuando sea necesario restringir en base genética para satisfacer la necesidad especial.

### **2.2.3 Condiciones a considerar en propagación asexual**

Según Aguirre (1988), el éxito de una propagación por macollos u otros métodos depende de las condiciones inherentes de los mismos (tipo de planta) y de las condiciones ambientales durante la formación de las raíces, es decir que la capacidad de la propagación vegetativa de una planta, depende de la especie vegetal utilizando, factores ambientales y labores culturales desarrolladas, estas pueden ser:

- Propagación por macollos.
- Edad de la planta madre.
- Condición fisiológica de la planta madre.

#### **2.2.4 Condiciones para el enraizamiento**

Castañeda (1984), menciona, para una buena propagación de macollos se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El sustrato debe estar suelto y tener humedad conveniente.
- Humedad ambiental saturado de 95 a 100 por ciento y constante.
- Los propagadores se debe considerar una temperatura constante.
- Debe existir poca luz.

Hartman y Kester (1980), mencionan que las temperaturas diurnas adecuadas están de 17 a 21°C y las nocturnas alrededor de 15°C la humedad esta sujeta a la presencia de hojas que es útil para la iniciación de raíces, pero la pérdida de agua por las hojas puede ocasionar su muerte. La intensidad y duración de la luz deben ser suficientes para producir carbohidratos en exceso o los usados en la respiración.

#### **2.2.5 División por macollos**

Hartman (1998) menciona, la división por macollos es el procedimiento común para propagar plantas que tienen una estructura rizo matosa, en general la división se efectúa al comienzo del periodo de crecimiento (como al inicio de primavera) o casi al final del mismo (a fines del verano o en otoño).

También señala, la propagación, se efectúa cortando el rizoma en secciones, asegurándose de que cada una de ellas tiene cuando menos una yema lateral. Los rizomas se cortan o se dividen en secciones y de los nudos se desarrollan nuevos tallos y raíces adventicias. En el caso de las gramíneas para prados y pistas que producen rizomas, se cortan secciones de los mismos y se transplantan los pedazos individuales, con este método pueden establecerse con facilidad plantas nuevas.

### **2.2.6 Propagación sexual**

De acuerdo a Hatmann y Kester (1998), la propagación por semillas es uno de los métodos principales de reproducción de las plantas en la naturaleza y uno de los más eficientes y que más se usan en la propagación de plantas cultivadas; a las plantas obtenidas por semilla se las llama plántulas.

Los mismos autores mencionan, la siembra de la semilla es el inicio físico de la propagación de plántulas; sin embargo, la semilla misma es el producto final de un proceso de crecimiento y desarrollo efectuando en la planta progenitora. Ese proceso de desarrollo se inicia con la fusión de los gametos masculino y femenino para formar dentro del ovario de la flor una sola célula (planta nueva).

Hartmann (1990), la reproducción sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de una población de plántulas con genotipos nuevos y diferentes. La división celular que produce las células sexuales implica la división reduccional de los cromosomas en lo cual su número es reducido a la mitad.

### **2.3 Distancia de transplante**

Según Devaux y Madani (1959), en suelos donde la fertilización es baja o si falta se deben mantener menos plantas; por otro lado las distancias entre hileras depende de las costumbres locales, de los implementos disponibles y del hábito de crecimiento de la especie y de la variedad sembrada. La distancia amplia entre los surcos tiene mas tierra para los camellones que previene el daño de los implementos a las plantas, raíces y tubérculos durante el cultivo y facilita el descarte de las plántulas no deseados.

Carambula (1981), al referirse a las plantas indica que la distancia depende de varios factores entre ellos el método de siembra, época de siembra y el hábito del cultivo, generalmente mientras más temprano se efectúa la siembra y más pobre es el suelo y la distancia será mayor. Para Robles (1986), la población óptima por unidad de superficie estará de acuerdo con cada región agrícola con sus condiciones ecológicas y edáficas y también la variedad para producir el máximo rendimiento.

Chacón y Jutzi (1979), indican, sobre la cantidad de semillas al emplearse en la producción de forrajes (especies con macollos) varía significativamente de un lugar a otro, lo cual se encuentra en función del riego, calidad de la semilla y la fertilidad del suelo.

Odum (1971), indica que, la distancia de la población en las plantas es una magnitud de la relación con alguna unidad de espacio, se suele verificar y expresar como el número de individuos o la biomasa de la población por la unidad de superficie, o de volumen dentro de estos límites de distancias variará de acuerdo con la acción recíproca con otras especies (competición) y con la acción de los factores físicos limitados.

## **2.4 Ambientes atemperados**

Hartmann (1990), indica que los ambientes atemperados en el altiplano y valles, son construcciones sofisticadas para la producción de cultivos más delicadas, los mismos se han convertido en verdaderos centros productivos, que ayudan a prolongar la época de producción agrícola durante el año.

El mismo autor, señala que en todos los invernaderos requieren medios para proporcionar movimientos y cambio de aire para ayudar a controlar la temperatura y humedad. De manera tradicional los invernaderos se han calentado con vapor o agua caliente, precedente de una caldera central que se hace circular por una tubería distribuida en forma apropiada en el invernadero.

Alpini y Tagnoni (1999), definen que el invernadero es una construcción de madera o de hierro u otro material cubierta por cristales, provista por lo general de calefacción, que a veces esta iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes; épocas en las que la temperatura y la luz donde se están cultivando serian insuficientes para su crecimiento y fructificación.

Blanco et al. (1999), definen que el invernadero es una estructura con cubierta transparente o translúcida en la que es posible mantener un ambiente mas o menos controlado con relación a la temperatura, humedad y energía radiante para conseguir un adelanto o retraso de las cosechas, proteger los cultivos y hacer un mejor uso del agua.

El mismo autor, menciona, los invernaderos implementados en la región andina de nuestro país corresponden mayormente al tipo de invernadero templados; el fin principal de su instalación es el de poder cultivar hortalizas, flores y plantas ornamentales en regiones en las cuales la temperatura desciende hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ . En estas condiciones la energía solar es la única fuente de energía utilizada para calentar los invernaderitos por lo que en la región se la denomina también carpas solares.

### **3 MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización**

##### **3.1.1 Características generales**

El presente trabajo se realizó en instalaciones del vivero municipal de Santiago I. correspondiente al Distrito I del Gobierno Municipal de El Alto (Jardín Botánico), provincia Murillo del departamento de La Paz, ubicado aproximadamente a 3 Km. de la Ceja de El Alto sobre la avenida Santiago I.

##### **3.1.2 Ubicación geográfica**

La ciudad de El Alto se encuentra geográficamente ubicado entre 68° 10´ de longitud Oeste y de latitud Sur 16° 30´ (Cardona, 1992), ubicado en el Altiplano a una altura de 4000 msnm. Al noroeste limita con la provincia Los Andes; al este con la ciudad de La Paz, al sur con la provincia Ingavi y al sur este con el municipio de Achocalla (INE 1999).

#### **3.2 Características Ecológicas**

##### **3.2.1 Clima**

Las condiciones agro climáticas son típicas del altiplano, los veranos son calurosos con temperaturas que alcanzan hasta 25°C; en época invernal la temperatura puede bajar hasta -8°C; entre los meses de julio a noviembre se presentan vientos fuertes de noroeste a este. La temperatura promedio es de 10°C es posible mantener un ambiente mas o menor controlado con relación a la temperatura, humedad y energía. El material de cubierta de las paredes es agrofil, de 250 micrones, el techo cubierto de calamina plástica con una superficie total de 91 m<sup>2</sup>, siendo la parte aprovechada para el cultivo es de 62 m<sup>2</sup>.

### **3.3 Materiales**

#### **Material de campo**

- Picota
- Pala
- Repicador
- Cernidor
- Regadera
- Manguera
- Sustrato ( turba, estiércol)

#### **Material de evaluación**

- Flexómetro
- Regla
- Cámara fotográfica
- Película
- Cuaderno de apuntes
- Marbetes
- Termómetro

#### **Material de gabinete**

- Hojas bond
- Bolígrafo
- Marcadores
- Disquete

### 3.4 Metodología

#### 3.4.1 Procedimiento experimental

- Se procedió al reconocimiento visual del lugar en estudio (vivero jardín botánico de El Alto de G.M.E.A., D-1).
- Posteriormente se hizo la limpieza del lugar de estudio que tiene un largo de 3.20 m y un ancho de 2.60m, teniendo un total de 8.32m<sup>2</sup>, lo cual ha sido adecuado para realizar el manejo y seguimiento del estudio de los nueve tratamientos.

##### 3.4.1.1 Preparación de sustrato

Se realizó la remoción del suelo con ayuda de picota y pala, una vez concluida esta operación se procedió al cernido de la tierra.

Seguidamente se efectuó el acopio de sustrato (turba, estiércol) para realizar la mezcla de forma homogénea.

#### Cuadro 2. Preparación del sustrato para la multiplicación de *Festuca ovina*

Sustrato	Procedencia	Cantidad
Tierra del lugar	Del lugar (D-1)	2
Turba	Turberas de Milluni	1
Estiércol	Tacachira	3

(Jardín Botánico, 2005)

También se realizó la desinfección del sustrato, con formol al 40% en una relación de 1:10

Se niveló el suelo con una reidera para luego aplicar el desinfectante con una regadera a una dosis de 20:1, consiguientemente se cubrió el suelo con plástico negro durante 72 horas, esto para tener la certeza de que el sustrato haya sido desinfectado en su totalidad de microorganismos, y el aireado del suelo se extendió hasta 48 horas.

#### **3.4.1.2 Parcelación**

Una vez nivelado y desinfectado el suelo se procedió a la división de parcelas o unidades experimentales con ayuda de estacas y cordel, teniendo cada parcela un largo de 1.10 m y un ancho de 0.80m, los pasillos de 0.10 m para separar los bloques, haciendo un total de nueve parcelas o tratamientos.

#### **3.4.1.3 Características en la recolección de plantas madres**

Se seleccionó plantas madres tomando en cuenta las siguientes características:

- Plantas madres con características similares fenotípicamente procedente del mismo vivero (Jardín Botánico El Alto, D-1).
- Plantas madres alrededor de un año de edad de aspecto vigoroso.
- Los macollos fueron desprovistos de las hojas amarillentas.
- No presenten pudrición alrededor del cuello del tallo en los macollos (exceso de humedad).

#### **4.3.1.4 Transplante**

Una vez seleccionado las plantas madres se realizó la división en diferente número de macollos colocando en yutes diferentes los macollos (4, 6, 8 macollos), una vez completada la división de macollos se realizó el transplante a diferentes distancias (7, 10,15 cm) con la ayuda de un punzón humedeciendo previamente los

tratamientos, concluido el trasplante se procedió nuevamente con el riego, esto para facilitar el enraizamiento de las plántulas.

#### **3.4.1.5 Labores culturales**

Dentro de las labores culturales se tuvieron:

- El riego durante los primeros días se realizó día por medio a capacidad de campo (CC), con ayuda de una manguera conectado con regadera a una altura de 20cm aproximadamente para evitar el lavado de suelo, y así pueda penetrar el agua, de esta manera enraizar con facilidad la planta; contemplando siempre la frecuencia de riego admisible para no tener problemas con hongos, pasada la etapa de enraizamiento el riego fue dos veces por semana hasta la conclusión del trabajo en estudio, tiempo en el que se realizó nuevamente la división de macollos.
- El deshierbe no ha sido un problema, el sustrato fue desinfectado, sin embargo se hizo efectivo el deshierbe de las hojas amarillentas (marchitas) durante el estudio.
- Se tomó datos desde la primera semana del trasplante para el caso del porcentaje de prendimiento; para las demás variables se tomaron datos desde la cuarta semana hasta la cosecha u obtención de nuevos macollos, dando lugar a nuevas plántulas.
- Durante el crecimiento y desarrollo de los plantines no se observaron la presencia de plagas, ni enfermedades, atribuyendo que es una especie tolerante y que se adapta al medio en el cual se desarrolla.

### 3.4.1.6 Identificación de las plantas

Se identificaron plantas al azar por unidad experimental y por cada replica, colocándolos con un marbete de color blanco, con el objetivo de obtener visibilidad ante las hojas del cultivo y para evitar confusiones en la toma de datos agronómicos durante el desarrollo del cultivo.

### 3.4.1.7 Diseño experimental

El diseño empleado para el trabajo de investigación fue el de bloques completos al azar con parcelas divididas, siendo en este estudio de mayor importancia los tratamientos en sub parcela; es decir, a diferente número de macollos la que tendrá mayor importancia y de menor importancia al estudio de distancia por lo que se colocó en parcela grande o principal. Además, al haber diferencias entre bloques debido a que la superficie del lugar presenta un desnivel (3% de pendiente), en el invernadero, por lo tanto se controló estas diferencias mediante bloques completos al azar, que corresponde al siguiente Modelo Aditivo Lineal (Calzada, 1970):

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \lambda_k + (\alpha \lambda)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$	=	Observación cualquiera
$\mu$	=	Media general
$\beta_j$	=	Efecto del j – esimo bloques
$\alpha_i$	=	Efecto del i-esimo distanciamiento
$\varepsilon_{ij}$	=	Error experimental de la parcela principal
$\lambda_k$	=	Efecto del k – esimo número de macollos
$(\alpha \lambda)_{ik}$	=	Interacción distanciamiento vs número de macollos
$\varepsilon_{ijk}$	=	Error experimental de la sub parcela

#### 4.4.1.8 Factores de estudio

Se evaluaron los siguientes factores:

Factor A distancia de transplante:

$$a_1 = 7 \text{ cm.}$$

$$a_2 = 10 \text{ cm.}$$

$$a_3 = 15 \text{ cm.}$$

Factor B número de macollos:

$$c_1 = 4 \text{ macollos}$$

$$c_2 = 6 \text{ macollos}$$

$$c_3 = 8 \text{ macollos}$$

#### 4.4.1.9 Tratamiento

Se tuvieron nueve tratamientos en el experimento ya que se trabajo con tres distancias de transplante y tres diferentes números de macollos en tres bloques.

**Cuadro 3. Tratamientos resultantes del arreglo en parcelas divididas**

tratamientos	Descripción
T <sub>1</sub> a <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Distancia 7cm., 4 macollos
T <sub>2</sub> a <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Distancia 7cm., 6 macollos
T <sub>3</sub> a <sub>1</sub> c <sub>3</sub>	Distancia 7cm., 8 macollos
T <sub>4</sub> a <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	Distancia 10cm., 4 macollos
T <sub>5</sub> a <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	Distancia 10cm., 6 macollos
T <sub>6</sub> a <sub>2</sub> c <sub>3</sub>	Distancia 10cm., 8 macollos
T <sub>7</sub> a <sub>3</sub> c <sub>1</sub>	Distancia 15cm., 4 macollos
T <sub>8</sub> a <sub>3</sub> c <sub>2</sub>	Distancia 15cm., 6 macollos
T <sub>9</sub> a <sub>3</sub> c <sub>3</sub>	Distancia 15cm., 8 macollos

### **3.5 Variables de respuesta**

#### **4.4.2 Variables agronómicas**

- **Altura de la planta**

La medición de la planta se realizó cada siete días, las mismas fueron registradas en cinco plantas muestreadas en las diferentes parcelas, haciendo su lectura desde la base del suelo hasta la punta de la hoja terminal. Dichas medidas se realizaron durante el desarrollo del estudio sin modificar la posición de las mismas.

- **Número de hojas por planta**

Se realizó un conteo directo del número de hojas de las cinco plantas muestreadas en las diferentes parcelas, haciendo un conteo de cada una durante el desarrollo del trabajo de estudio.

- **Número de macollos por tratamiento**

Se realizó un conteo de macollos al final del estudio tomando diez muestras al azar de las diferentes parcelas.

#### **4.4.3 Variables fenológicas**

- **Porcentaje de prendimiento**

Para la variable porcentaje de prendimiento se tomó de cada unidad experimental de los nueve tratamientos, en la primera semana después del transplante de plántulas.

- **Días de la obtención de nuevas plántulas**

Para esta variable se seleccionaron 10 plántulas de las mismas que fueron para número de macollos y se las dividió de cada una de ellas de acuerdo a la unidad experimental de los nueve tratamientos en el mismo orden de diferente número de macollos (4, 6, 8 macollos) nuevamente transplantado, pero en bolsas con ayuda de un repicador.

#### 4.4.4 Covariables

Dentro de las covariables se tomo la temperatura (T°) y humedad (H°).

#### 4.4.5 Análisis económico de la producción

Se realizó los costos variables en función a las actividades realizadas en forma similar de todos los tratamientos, analizando los costos referidos a envasado, en base, solamente plantines y de transporte a un mismo mercado. Este costo es diferente para cada tratamiento porque la producción es distante, lo que hace se requiera diferente cantidad de en bases, mano de obra para el envasado y el costo de transporte, obteniendo de la siguiente forma.

- **Costo total (CT).** Sumando los costos variables de producción y los costos de comercialización.

$$CT = CVP + CC$$

- **Ingreso bruto (IB).** Se obtuvo multiplicando la producción corregida (10% de pérdidas) con el precio de venta el producto por época.

$$IB = P \times Pv$$

- **Ingreso neto (IN).** Se obtiene restando los ingresos brutos de los costos totales.

$$IN = IB - CT$$

- **Relación beneficio costo (B/C)**

$$BC = IN / CT$$

Para lo que:

- Si  $B/C = 1$ , es dudosa la rentabilidad.
- Si  $B/C > 1$ , acepta la rentabilidad.
- Si  $B/C < 1$ , es rechazada la rentabilidad.

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.4 Comportamiento climático

En la Figura 1, y Anexo 1, se presentan variaciones de temperaturas, máximas, medias y mínimas, la temperatura ambiente dentro del invernadero ocurrida durante el periodo del trabajo de investigación (mayo 18 a septiembre 13 del 2005) fue de 25,8°C, durante el día ocurrieron temperatura base ( $>$  a 15°C) adecuadas para el desarrollo del cultivo y durante la noche, las temperaturas bajas ( $<$  a 15°C). La temperatura más baja que se registró es de 4°C que corresponde al mes de junio, esto se debió a la época de invierno, a partir del cual en los siguientes meses descendió la temperatura sobre todo durante la noche.

Se puede mencionar también, las primeras caídas de helada que se produjeron en el mes de mayo, lo cual fue perjudicial para el cultivo, provocando un amarillamiento de hojas sobre todo a las que estaban al borde del agrofil.

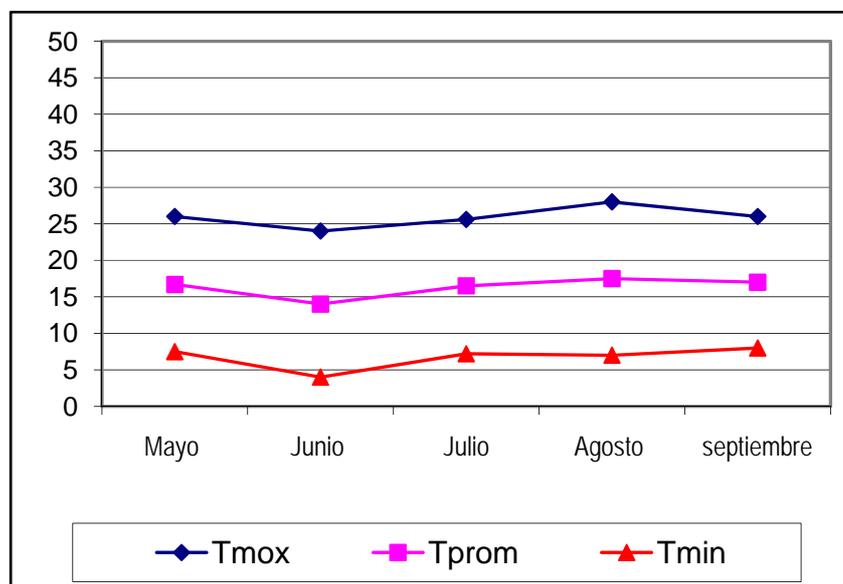
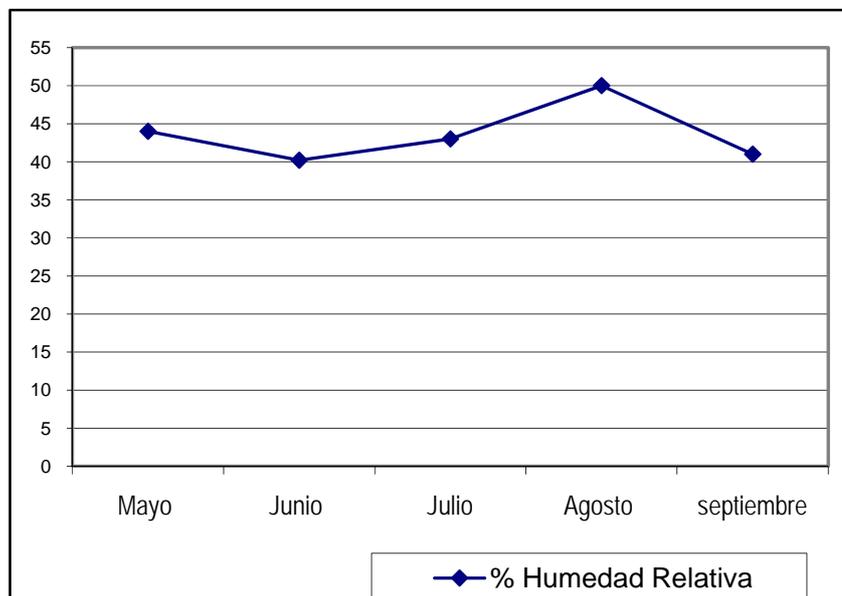


Figura 1. Variación de temperaturas durante el estudio

Al respecto Mariscal (1992), menciona que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de las plantas, mientras que altas temperaturas (hasta un cierto límite) lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas. Para describir la influencia de la temperatura sobre el desarrollo del cultivo se observa en la figura 1 que se tuvo la ocurrencia de bajas temperaturas (4°C) en el mes de junio cuando el cultivo estaba en adaptación y enraizamiento, haciendo que se perdieran hojas en algunos tratamientos.

En la Figura 2, Anexo 2, se presenta la variación de humedad relativa, teniendo una media ocurrida durante el periodo del trabajo de investigación (mayo, 18 a septiembre, 3 de 2005) de 43% en el mes de junio, registrándose la más alta de 50% en el mes de agosto.



**Figura 2. Variación de humedad relativa**

## 4.2 Variables agronómicas en la *festuca ovina*

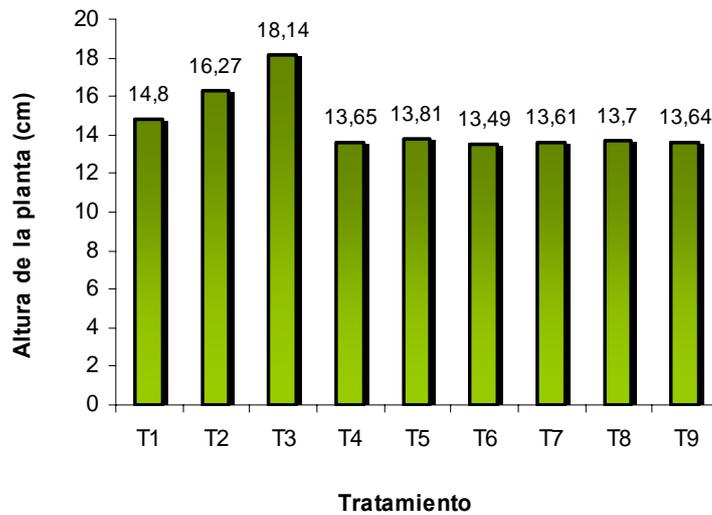
Aplicando el método y procedimientos experimentales descritos anteriormente que son: distancia de transplante con diferentes números de Macollos se determinó las características agronómicas del cultivo, los cuales fueron evaluados estadísticamente, siendo estas: Altura de la planta y número de hojas.

### 4.2.5 Altura de la planta

**Cuadro 4. Promedios de altura de planta por tratamiento con diferente número de macollos en festuca ovina**

Tratamiento	Distancia	Número de macollos	Altura de planta
T <sub>1</sub>	7	4	14.80
T <sub>2</sub>	7	6	16.27
T <sub>3</sub>	7	8	18.14
T <sub>4</sub>	10	4	13.65
T <sub>5</sub>	10	6	13.81
T <sub>6</sub>	10	8	13.49
T <sub>7</sub>	15	4	13.61
T <sub>8</sub>	15	6	13.70
T <sub>9</sub>	15	8	13.64

De acuerdo al Cuadro 4, y Figura 3, los promedios de altura de planta por tratamiento, muestran al tratamiento T<sub>3</sub> con mayor altura (18,14 cm) respecto a los demás tratamientos y con menor distancia a diferentes números de macollos poseen las mayores alturas respecto a los tratamientos de mayor distancia; por lo tanto, el estado de crecimiento de las plantas esta en función de la disponibilidad de espacio, sumando a esta la disponibilidad de espacio; sumando también a esta la disponibilidad de agua, luz, los cuales tienen incidencias significativas en el desarrollo de la plantas.



**Figura 3. Promedio de alturas por tratamiento en plantas de *Festuca ovina***

**Cuadro 5. Análisis de varianza para altura de la planta en festuca ovina**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>	
Bloque	2	1,49	0,74	0,45	0,6497	Ns
Distancia (a)	2	44,16	22,14	13,16	0,0009	*
Bloques * macollos (Ea)	4	24,19	6,15			
Macollos ©	2	4,92	2,46	1,47	0,2681	Ns
Distancia*Macollos (a*c)	4	11,1	2,77	1,66	0,2239	Ns
Error (Eb)	12	20,19	1,67			
Total	26					

**CV = 8.28**

El coeficiente de variación de 8,28 indica que los datos son confiables ya que se encuentra en el rango permitido, resulta mucho menor a 30% para experimentos en campo.

El análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo que se puede afirmar que las condiciones de experimentación fueron homogéneas para todo el experimento, mostrando tanto en que existen

diferencias significativas en el número de macollos y la interacción de distancia por macollos.

Según el análisis de varianza (cuadro 5) de la altura de planta se encontró que existe diferencias entre las alturas de planta respecto a distancias aplicadas.

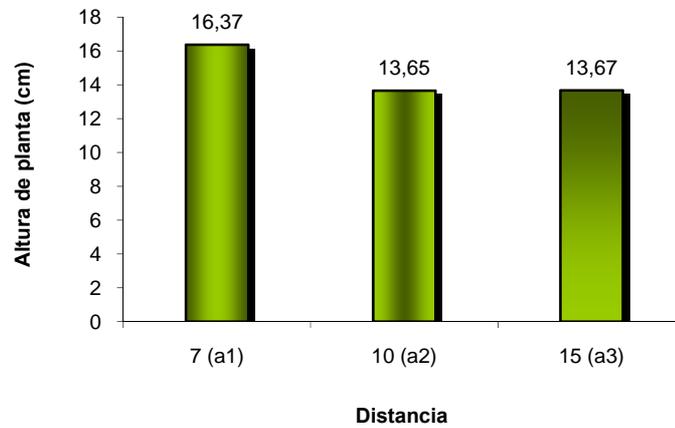
#### 4.2.5.1 Altura de planta para distancias

Estas diferencias se ven realizadas a la respuesta de una ganancia superior de altura de planta por parte del cultivo a diferentes distancias de los tratamientos.

**Cuadro 6. Prueba de Duncan para altura de planta (cm)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
$a_1 = 7$	16,37	a
$a_2 = 10$	13,65	b
$a_3 = 15$	13,66	b

Una vez realizada la comprobación de medias a través de la prueba de Duncan y en la Figura 4, se observan diferencias significativas al 5%, muestra que las plantas con menor distancia (7 cm.) son las que tienen mayores alturas siendo 16,37 cm respectivamente a diferencia de las demás 10 y 15 cm de distancia que presentan menores alturas como 13,65 y 13,66 cm (Ver Cuadro 6 y Figura 4).



**Figura 4. Altura de planta a diferentes distancias**

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que la distancia influye en la altura de la planta, favoreciendo el crecimiento con respecto al de mayor número de macollos donde las alturas fueron menores, así como varió las distancias, observándose mayor distancia a menor altura.

Dentro de alturas de festuca ovina se tiene la mayoría de las especies forrajeras que son del mismo orden (cyperales), respecto a las alturas, Rodríguez (1991), indica que la densidad de siembra y el nitrógeno resulta ser uno de los elementos esenciales más importantes para la planta ya que una de las funciones que cumple es la de intervenir en la absorción iónica, fotosíntesis, respiración, diferenciación celular y la herencia, además de estimular el aumento de número y tamaño de las células, influye en el proceso global del crecimiento y diferencia en un nivel celular. Las plantas superiores tienen un crecimiento permanente que son los meristemas, existiendo un aumento en la respiración.

Cuando se da menor cantidad de distancia a la planta, el cual determina mayor crecimiento, Calderón (1987) al respecto indica, que en igual forma la nutrición mineral de una especie vegetal esta regulada por la capacidad o él de realizar absorción mediante la existencia de un eficiente y la buena distribución del sistema radicular que explore grandes cantidades de sustrato con disponibilidad de nutriente asimilable y buenas condiciones físicas y químicas que permitan el buen desarrollo de la planta.

#### 4.2.6 Número de hojas

El Cuadro 7, y Figura 5, presentan los promedios de número de hojas de los nueve tratamientos bajo diferentes distancias de transplante y número de macollos.

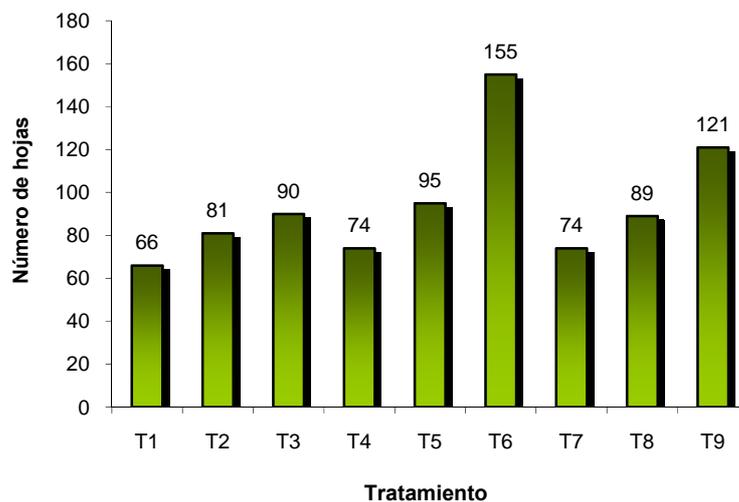
**Cuadro 7. Promedio de número de hojas por planta a diferentes distancias y números de macollos**

Tratamiento	Distancia	Número de macollos	Número de hojas
T <sub>1</sub>	7	4	66
T <sub>2</sub>	7	6	81
T <sub>3</sub>	7	8	90
T <sub>4</sub>	10	4	74
T <sub>5</sub>	10	6	95
T <sub>6</sub>	10	8	155
T <sub>7</sub>	15	4	74
T <sub>8</sub>	15	6	89
T <sub>9</sub>	15	8	121

De acuerdo al Cuadro 7, y Figura 5, los promedios de número de hojas por planta de los tratamientos, muestran al T<sub>6</sub> con mayor número de hojas por planta (155)

respecto a los demás tratamientos y el tratamiento con menor número de macollos fue T<sub>1</sub> (66).

Los tratamientos con menor número de macollos a diferentes distancias son los que poseen menor número de hojas por planta respecto a los tratamientos con mayor número de macollos a diferentes distancias, por lo tanto, el incremento de número de hojas esta en función al número de macollos y a la distancia de transplante, sumado a esto la edad de la planta disponibilidad de agua, luz, los cuales; tienen incidencia en el desarrollo de la planta, las mismas que son favorecidas a una mayor actividad celular.



**Figura 5. Promedio de número de hojas para los nueve tratamientos**

Para reflejar estadísticamente las diferencias existentes entre los tratamientos, a continuación se muestra un análisis de varianza para el número de hojas.

En el Cuadro 8, se representa el análisis de varianza para el número de hojas por planta, donde los bloques, la distancia de transplante y la interacción de número de

macollos por distancia de transplante son significativos y para el número de macollos son altamente significativos.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para número de hojas**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	2	1703,63	852,82	4,31	0,0388	*
Distancia (a)	2	3820,95	1910,47	5,56	0,3026	*
<b>Bloques *macollos(Ea)</b>	4	1372,25	343,06			
Macollos ( c)	2	1873,93	5936,98	29,98	0,0221	**
<b>Distancia*Macollos(a*c)</b>	4	3091,73	772,93	3,89	0,8893	*
Error (Eb)	12	2375,93	197,99			
Total	26					

$$CV = 14.88$$

Para el número de hojas por planta, el coeficiente de variación es 14,88% en las parcelas pequeñas, esto indica los datos que se obtuvieron durante el experimento son confiables y el trabajo fue correctamente manejado, el número de hojas por planta para todo el experimento en el cultivo presentó un promedio de 95 hojas.

En bloques existen diferencias significativas por lo tanto se asevera que el terreno no es uniforme para esta variable, es decir, hubo una pendiente la cual influyó de manera significativa, así como también la temperatura y humedad en el ambiente atemperado.

#### **4.2.6.1 Número de hojas por planta para distancia de transplante**

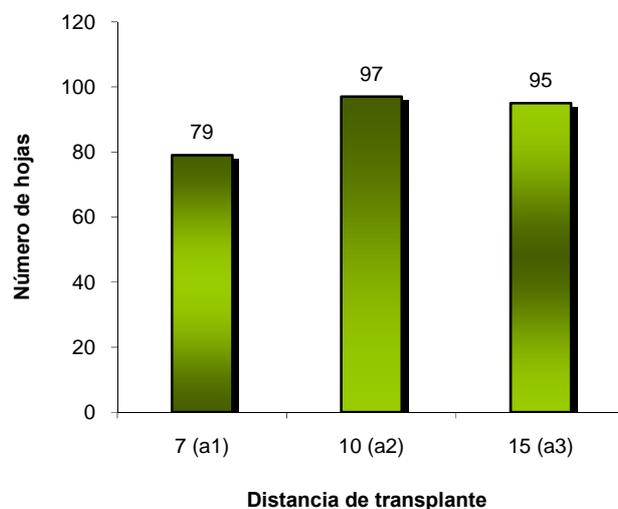
Mediante el Cuadro 9, de la prueba de Duncan para el factor distancia se puede apreciar, que las distancias de transplante tienen un efecto significativo para el número de hojas por planta, con las distancias de transplante de 10 y 15 cm entre

plantas se obtienen mayor número de hojas (97 y 95) y un número menor de hojas se obtiene con la menor distancia de transplante de 7 cm con (79) hojas.

**Cuadro 9. Prueba de Duncan para número de hojas con diferentes distancias de transplante**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
$a_1 = 7$	79	a
$a_2 = 10$	95	b
$a_3 = 15$	97	b

En el Cuadro 9, y Figura 6, se puede observar una vez realizada la comparación de medias a través de la prueba Duncan a un nivel de 5% de significancia, que trabajar a una distancia de 7 cm resulta diferente trabajar con distancias de 10 y 15 cm, ya que éstos estadísticamente son iguales para el parámetro número de hojas, teniendo; sin embargo la mayor multiplicación de hojas a una distancia de 10 cm puede ser atribuible que a distancias cortas las plantas están más estrechas y ocupan un menor espacio por planta existiendo competencia entre ellas por alcanzar la luz para su proceso fotosintético, al contrario de las distancias mayores donde se observa que existe un mayor espaciamiento entre plantas y por lo tanto se reduce la competencia entre ellas por alcanzar la luz para realizar en forma eficiente el proceso fotosintético y este proceso tiende a estimular una mayor formación de hojas.



**Figura 6. Número de hojas por planta para distancia de transplante**

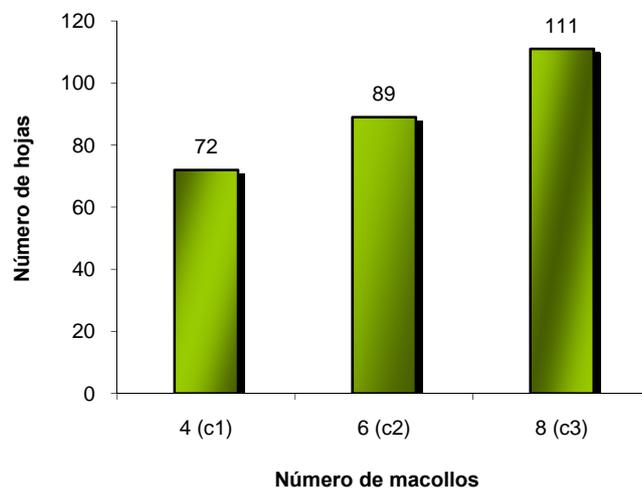
#### 4.2.6.2 Número de hojas por planta para macollos

Mediante la comparación de medidas a través de la prueba Duncan al nivel de 5% de significancia se puede interpretar que trabajando con 4 macollos ( $b_1$ ), resulta estadísticamente igual que trabajar con 6 macollos ( $b_2$ ), siendo sin embargo diferente con 8 macollos ( $b_3$ ) con respecto a  $b_1$  que es igual a  $b_2$  en el parámetro número de hojas para diferentes macollos (Cuadro10)

**Cuadro 10. Prueba de Duncan del número de hojas para diferente número de macollos**

Tratamiento	Media	Duncan ( $\alpha = 0,05$ )
$b_1 = 4$	72	a
$b_2 = 6$	89	a b
$b_3 = 8$	111	b

Como se observa en la Figura 7, el número de macollos tuvo una gran influencia para dicha variable ya que se obtuvo un aumento en el número de hojas por planta para el mayor número de macollos en comparación con el menor número de macollos; al respecto Pacari (1974) afirma que, toda célula viva interviene en la multiplicación celular y desarrollo de los órganos, se lo encuentra en los ácidos nucleicos como competente de los aminoácidos, en el centro de las moléculas de proteínas y con el magnesio como componente importante de la molécula de clorofila.



**Figura 7. Número de hojas por planta para número de macollos**

Por lo tanto, la formación de hojas se debió principalmente a la buena respuesta de los nutrientes y a la disponibilidad de agua lo cual indica, esta traducida en el tamaño grande y de mejor aspecto, y así también es debido a mayor número de células que por medio de la energía de la luz solar capturada por las moléculas de clorofila que hay en los cloroplastos de las células que realizan el proceso de fotosíntesis por lo que adquieren color verde oscuro plateado. Al respecto Rodríguez (1999), menciona que el sustrato es uno de los elementos más importantes ya que interviene en la absorción iónica, fotosíntesis, respiración, síntesis, multiplicación y diferenciación celular, que estimula el aumento del número de las células foliares determinando así el crecimiento vegetativo y reproductivo.

#### 4.2.6.3 Interacción distancia, número de macollos para número de hojas por planta

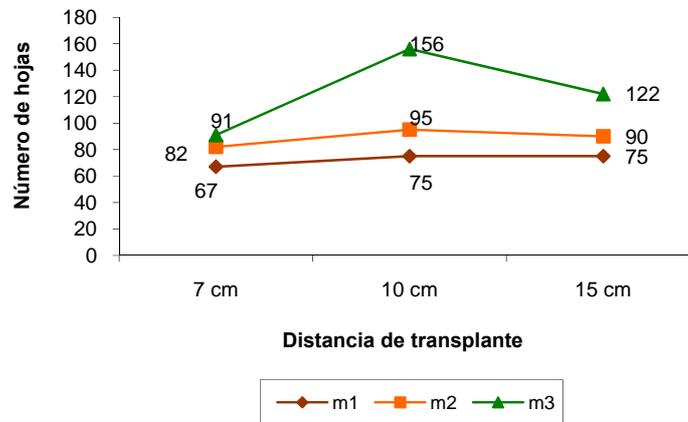
Como se puede observar en el Cuadro 11, de análisis de varianza para el número de hojas en la interacción distancia por número de macollos es significativa, puesto que el macollo influyó en el número de hojas dentro de las distancias, por lo que se procedió al análisis de efectos simples para dicha interacción.

**Cuadro 11. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción distancia de transplante por número de macollos en el número de hojas**

<b>Fv</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	
C (a1) (4 macollos)	2	936,81	518,41	4,19	3,55	*
C (a2) (6 macollos)	2	10688,5	5344,23	26,99	3,55	*
C (a3) (8 macollos)	2	3440,41	1720,21	8,68	3,55	*
Error (b)	12	2375,93	197,99			

\* Significativo al nivel de 5%

En el Cuadro 11, y Figura 8, se puede apreciar que existe dependencia del número de macollos para las distancias lo que indica que existe diferencias significativas para el número de hojas por planta, para distancias de 7, 10, 15 cm., en los tratamientos en su totalidad, distancia y número de hojas; sin embargo, el mayor promedio de número de hojas fue en la interacción de macollamiento de distancia 10 cm.



**Figura 8. Interacción distancia de transplante por número de macollos en el número de hojas**

En la Figura 8, se puede apreciar que el promedio más bajo corresponde al T<sub>1</sub> (de cuatro macollos, distancia 7 cm) con 67 hojas por planta frente a un valor promedio de 156 hojas por planta registrándose en el T<sub>6</sub> que corresponde a la interacción de la distancia (10 cm) con un número de macollos 8.

Mediante el Cuadro 12, se presenta la prueba múltiple de Duncan para la interacción distancia de transplante por número de macollos que muestra la existencia de diferencias significativas para la distancia de transplante (7cm) a diferente número de macollos; el mayor promedio en número de hojas por planta se obtuvo en el mayor número de macollos (8 macollos), influyendo transplante y número de hojas con 91 seguido del siguiente número de macollos (6 macollos). Se obtuvo también un promedio de 82 hojas por planta y el menor número de hojas fue para el macollo 4 con un promedio de 66 hojas por planta, siendo este el menor en comparación con los de más tratamientos (Figura 8).

**Cuadro 12. Comparación de medias del número de hojas para la interacción distancia de transplante (7 cm) y número de macollos**

Interacción distancia y número de macollo	Número de hojas	Prueba duncan (0,05)
$T_1 = a_1c_1$	67	a
$T_2 = a_1c_2$	82	b
$T_3 = a_1c_3$	91	c

Realizando la prueba de Duncan (Cuadro 13) se obtuvo diferencias significativas a un nivel de 5% para el número de macollos que son completamente diferentes entre los tres en el número de hojas por planta para la distancia de transplante de 10 cm se obtuvo mayor número de hojas en el mayor número de macollos (8 macollos), con un promedio de 156 hojas por planta, siendo el mayor ante los demás tratamientos. Seguido de 6 macollos con promedio de 95 hojas por planta, en tanto el menor número de macollos resultó su significativamente inferior con un promedio de solo 75 hojas por planta.

Señalar que se registró un aumento de 17,10% para el número de hojas en la distancia de 10 cm. respecto de la distancia de transplante 7 cm, este aumento en el número de hojas de una distancia a otra es atribuible a que a mayor distancia refleja un mayor número de hojas por lo tanto, el área por planta es mayor por lo cual el número de hojas es mayor a diferencia de la primera distancia que tiene mayor número de plantas por área, por lo que existe menor formación de hojas.

**Cuadro 13. Comparación de medias del número de hojas por planta para la interacción distancia de transplante (10cm) y número de macollos**

<b>Interacción distancia y número de macollo</b>	<b>Número de hojas</b>	<b>Prueba duncan (0,05)</b>
$T_4 = a_2 C_1$	75	a
$T_5 = a_2 C_2$	95	b
$T_6 = a_2 C_3$	156	c

En el Cuadro 14, la comparación de medias del número de hojas por planta para la interacción distancia de transplante de 15 cm y 4 número de macollos se observa que existen diferencias significativas; el tratamiento con mayor número de macollos presentó el más elevado número de hojas por planta con un promedio de 122 hojas por planta, seguido del siguiente número de macollos (6 macollos) que presentó un promedio de 90 hojas por planta y referente al menor número de macollos el número de hojas obtenido fue de 75 hojas.

**Cuadro 14. Comparación de medias del número de hojas por planta para la interacción distancia de transplante (15 cm) y número de macollos**

<b>Interacción distancia y número de macollo</b>	<b>Número de hojas</b>	<b>Prueba duncan (0,05)</b>
$T_7 = a_3 C_1$	75	a
$T_8 = a_3 C_2$	90	a
$T_9 = a_3 C_3$	122	b

Los resultados obtenidos muestran que el sustrato es un elemento importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, al respecto Rodríguez (1999) señala que cuando una semilla se coloca en condiciones apropiadas, germina y da lugar a una plántula con crecimiento continuo hasta convertirse en una planta. Este conjunto de procesos caracterizado por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas), recibe el nombre de crecimiento y desarrollo vegetativo. Freire (1975) al referirse, a la distancia de transplante hace mención a experimentos y

entre las conclusiones que alcanzó de ellos, destacar que al aumentar la distancia de transplante se aumenta el macollaje y número de hojas.

#### 4.2.7 Número de macollos

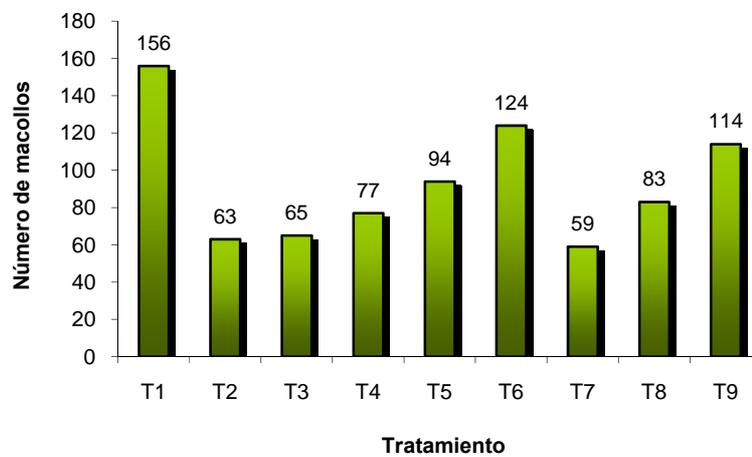
Los promedios del número de macollos por planta de los tratamientos de las diferentes distancias y número de macollos se resumen en el Cuadro 15 y Figura 9.

**Cuadro 15. Promedio de número de macollos por tratamiento**

Tratamiento	Distancia	Número de macollos	Número de macollos
T <sub>1</sub>	7	4	156
T <sub>2</sub>	7	6	63
T <sub>3</sub>	7	8	65
T <sub>4</sub>	10	4	77
T <sub>5</sub>	10	6	94
T <sub>6</sub>	10	8	124
T <sub>7</sub>	15	4	59
T <sub>8</sub>	15	6	84
T <sub>9</sub>	15	8	114

De acuerdo al Cuadro 15, y Figura 9, se observa que el mayor número de macollos por planta presentan los tratamientos con mayor distancia de transplante 15 cm, promedio de 114 macollos, que corresponden a 8 macollos del tratamiento nueve (T<sub>9</sub>) 10 cm y con promedio de 124 macollos para 8 macollos del tratamiento seis (T<sub>6</sub>), resulta superior a los otros tratamientos, esto podría deberse al espacio físico y aéreo que poseen las plantas y a la vez la poca competencia entre ellos en la absorción de nutrientes.

Así mismo los tratamientos que tuvieron mayor distancia y mayor número de macollos tuvieron el mayor número de macollos por planta frente a los tratamientos con menor distancia y número de macollos, los cuales a la vez no son similares entre tratamientos con mayor número de macollos de forma total entre bloques, debido a que los diferentes números de macollos no son los mismos por lo tanto no son iguales.



**Figura 9. Promedio de número de macollos por planta para los nueve tratamientos**

En el Cuadro 16, se aprecia efectos altamente significativos para el número de macollos por planta de los factores: distancia entre plantas, número de macollos y la interacción distancia por macollo. Para un mejor análisis se realizaron las pruebas de medias correspondientes.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para número de macollos**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;F</b>	
Bloque	2	1008,15	504,07	3,36	0,0692	Ns
Distancia (a)	2	6380,71	990,35	21,29	0,0001	**
Bloques *macollos(Ea)	4	1020,11	221,02			
Macollos ( c)	2	6165,59	998,89	20,57	0,0001	**
Distancia*Macollos(a*c)	4	1897,23	474,3	3,17	0,0542	*
Error (Eb)	12	1798,14	149,85			
Total	26					

**CV = 14.91**

Del análisis estadístico se un coeficiente de variación CV de 14,91% en parcela indican los datos que se obtuvieron durante el experimento son confiables y que el cultivo se manejo en condiciones favorables durante el trabajo de investigación. Respecto al número de macollos para todo el experimento presentó un promedio de 82 macollos por planta.

Para bloques como una fuente de variación, no presenta diferencia significativa lo que muestra que el terreno es uniforme para esta variable, además de la temperatura y humedad no se manifiestan de manera significativa. Se gano una eficiencia 11,61% al bloquear la fuente de variación presente en el terreno que en este caso era la pendiente se obtuvo una distribución normal de los tratamientos y no existieron diferencias entre varianzas en estudio.

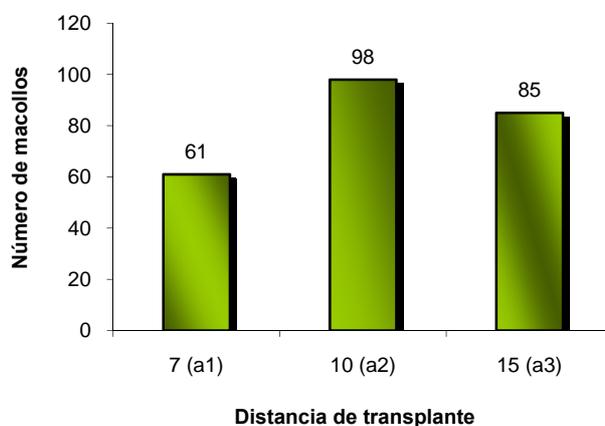
#### **4.2.7.1 Número de macollos por planta para distancia de transplante**

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 16), en el número de macollos nos muestra que existió diferencias altamente significativas para distancia transplante, siendo la variable influyente el espaciamiento entre plantas, ya que una mayor distancia favoreció al desarrollo de un mayor número de macollos y lo contrario sucedió con una distancia menor.

**Cuadro 17. Prueba de Duncan del número de macollos para distancia de transplante**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
$a_1 = 7$	61	a
$a_2 = 10$	98	b
$a_3 = 15$	85	b

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5% de significancia indica que e existan diferencias significativas entre las distancias de transplante en el número de macollos, obteniéndose con la distancia de transplante de 7 cm un promedio de 61 siendo esta el menor número de macollos a distancia menor, por otra parte se tiene a la distancia de transplante de 15 cm con un promedio de 85 macollos por planta, seguido de la distancia de transplante 10 cm con un número de macollos de 98 (Ver Figura 10 y Cuadro 17).



**Figura 10. Número de macollos por planta para distancia de transplante**

Esta diferencia en el número de macollos por el efecto de la distancia de transplante es atribuible, a que con mayor distancia, las plantas están más dispersas por lo cual tienen mayor espacio físico aéreo y mayor área por planta por lo que el aprovechamiento de la radiación solar, nutrientes y agua es mayor, lo

cual, induce a una mayor formación de macollos, en comparación de la transplante con menor distancia de transplante donde la competencia entre plántulas por el espacio físico aéreo, nutrientes, agua y luz es menor, lo que determina que las plantas tienden a tener menor macollamiento.

Al respecto Kaiser (1968) señala que, la alta población de plantas, significa un efecto competitivo entre las plantas sembradas, por luz, agua, nutrientes, espacio físico, tanto sobre la superficie como en el interior del sustrato. Esta competencia se refleja en el tamaño de la planta, así como en el número de frutos por planta.

Por su parte Rodríguez (1991) menciona que el crecimiento por aumento de longitud o formación de órganos laterales resulta de la actividad de los tejidos meristemáticos de los ápices, los tallos y las raíces.

#### 4.2.7.2 Número de macollos por planta para macollos

En el Cuadro 18, mediante la comparación de medidas a través de la prueba de Duncan a un nivel de 5% de significancia se observa que es completamente diferente trabajar con 4 macollos que 6 macollos y 8 macollos respectivamente para un parámetro número de macollos siendo diferentes entre los tres tratamientos.

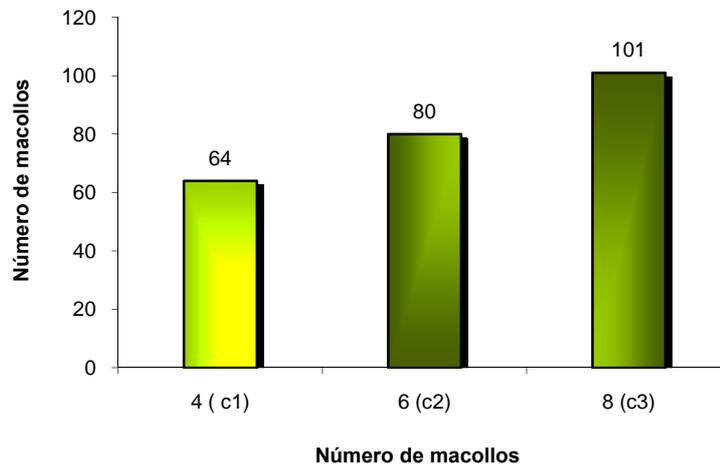
**Cuadro 18. Prueba de Duncan del número de macollos para macollos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
$b_1 = 4$	64	a
$b_2 = 6$	80	b
$b_3 = 8$	101	c

Las medias para el número de macollos, según Duncan son estadísticamente diferentes, siendo los que reportan un mayor promedio de macollos por planta los tratamientos con mayor número de macollos con 80 y 101 macollos por planta

respectivamente, frente al tratamiento con menor número de macollos el cual presenta un menor número de macollos con un promedio de 64 macollos por planta.

Las diferencias existentes en el número de macollos en los tratamientos, son atribuibles a que los diferentes macollos utilizando en el transplante se adoptaron, al sustrato que es disponible y fácilmente asimilable por las plantas en su desarrollo proporcionando a las plantas mayor vigorosidad lo que influirá en la mayor formación de macollos; en tanto las que fueron con mayor número, con respecto al tratamiento de menor número de macollos (4 macollos) que registrarán menor desarrollo al inicio del transplante por la poca disponibilidad de raíz, el cual se traduce en la menor capacidad de las plantas para formar nuevos macollos, lo cual es mencionado por Mattos (2000) quien indica la insuficiencia de sustrato y menor número de macollos reduce el crecimiento de las plantas, debilita el macollamiento, reduce el periodo vegetativo (Figura 11).



**Figura 11. Número de macollos en Festuca ovina**

#### 4.2.7.3 Interacción distancia por macollos para el número de macollos por planta

Como se puede apreciar en el Cuadro 16, del análisis de varianza para el número de macollos por planta en la interacción distancia por macollos es significativa, puesto que el factor macollo influyó en el número de macollos dentro de las distancias por lo que se procedió al análisis de efectos simples para dicha interacción.

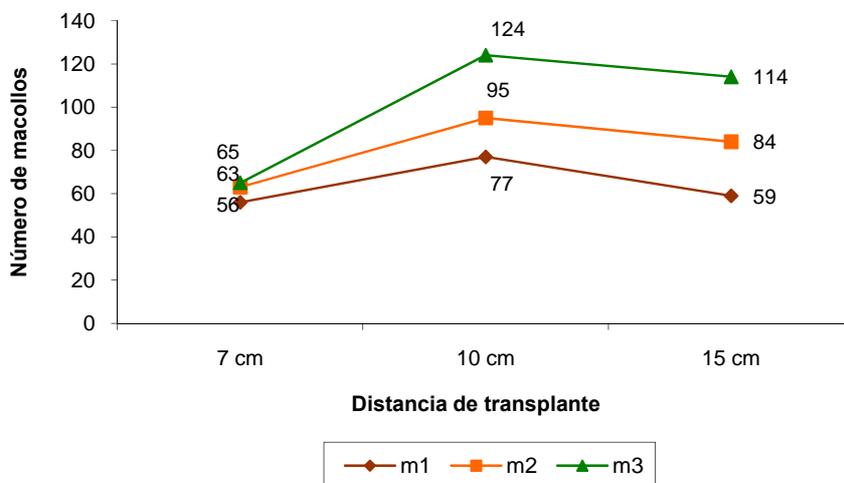
**Cuadro 19. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción distancia de transplante para el número de macollos por planta**

<b>Fv</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	
C (a1) (4 macollos)	2	1320,80	660,42	4,41	3,55	*
C (a2) (6 macollos)	2	1514,42	757,21	5,10	3,55	*
C (a3) (8 macollos)	2	5997,68	998,84	20,10	3,55	*
Error (b)	12	1798,11	149,85			

\* Significativo al nivel de 0,05

En el Cuadro 19 y Figura 12, se puede apreciar que existe dependencia del factor macollo para las distancias lo que indica que existen diferencias significativas para el número de macollos por planta, para las distancias de 7, 10 y 15 cm de transplante en los tratamientos de diferentes números de macollos.

Sin embargo el mayor promedio de número de macollos fue para la interacción de macollos para la distancia de siembra 15 cm.



**Figura 12. Interacción de distancia de transplante por macollos en el número de macollos**

En la Figura 12, se puede apreciar que el promedio más bajo corresponde al tratamiento  $T_1$  (7 cm) con 56 macollos por planta frente a un valor promedio de 124 macollos por planta registrándose en el  $T_6$  que a su vez es el resultado de la distancia 10 cm.

Mediante el Cuadro 20, se presenta la prueba múltiple de Duncan a nivel 5% y se establece que trabajar con 4 macollos resulta diferente que 6 y 8 macollos aunque son iguales para ambos, en tanto la interacción distancia de transplante por macollos donde se muestra la existencia de diferencias significativas para una distancia de 7 cm donde se utilizaron diferentes números de macollos, siendo el mayor promedio para el número de macollos por planta (8 macollos) de 65 seguido de macollo 6 con la que se obtuvo un promedio de 63 macollos por planta y el menor valor se obtuvo con el tratamiento de 4 macollos con un promedio de 56 que resulto ser menor entre los demás tratamientos (Ver Figura 12).

**Cuadro 20. Comparación de medias para el número de macollos en la interacción distancia de transplante (7 cm) y macollos**

<b>Interacción distancia y número de macollo</b>	<b>Número de Macollos</b>	<b>Prueba duncan (0,05)</b>
$T_1 = a_1 C_1$	56	a
$T_2 = a_1 C_2$	63	b
$T_3 = a_1 C_3$	65	b

Realizando la prueba de Duncan (Cuadro 21) se da diferencias significativas entre las tres interacciones donde se obtuvo diferencias significativas en el número de macollos por planta para la distancia de transplante de 10 cm con diferente número de macollo obteniéndose mayor número de macollos con 8 macollos obteniéndose un promedio de 124 macollos por planta siendo este el mayor en comparación con los demás tratamiento, y 95 macollos por planta para 6 macollos, estos resultados son significativamente superior frente a el menor número de macollos (4 macollos) con un promedio de 77 macollos por planta. Señalar que se registró un aumento de 31,6% para el número de macollos en la distancia de 10 cm respecto de la distancia 7 cm Este aumento en el número de macollos de una distancia a otra se debe a mayor distancia refleja un menor número de plantas por lo tanto, el área por planta es mayor por lo cual el macollamiento es mayor a diferencia de la primera distancia que tiene mayor número de plantas por área, por lo que existe menor formación de macollos.

**Cuadro 21. Comparación de medias de número de macollos para la interacción distancia de transplante (10 cm) y macollos**

<b>Interacción distancia y número de macollo</b>	<b>Número de hojas</b>	<b>Prueba duncan (0,05)</b>
$T_4 = a_2 C_1$	77	a
$T_5 = a_2 C_2$	95	b
$T_6 = a_2 C_3$	124	c

En el Cuadro 22, de comparación de medias el número de 5% al igual que el anterior son completamente diferentes en de la interacción para el número de macollos por planta, en interacción para la de transplante 15 cm y número de macollos se observa que existen diferencias significativas, esto debido que en el se utilizó mayor macollos (8 macollos) por lo que registró mayor número de macollos por planta con un promedio de 114 macollos por planta, seguido del siguiente (6 macollos) que presento un promedio de 84 macollos por planta, y referente al menor macollo (4 macollos) el número de macollos obtenido fue el 59 siendo el menor entre los tres tratamientos.

**Cuadro 22. Comparación de medias del número de macollos para la interacción distancia de transplante (15 cm) y macollos**

<b>Interacción distancia y número de macollo</b>	<b>Número de macollos</b>	<b>Prueba duncan (0,05)</b>
$T_7 = a_3 c_1$	59	a
$T_8 = a_3 c_2$	84	b
$T_9 = a_3 c_3$	114	c

Los resultados obtenidos muestran que, el factor macollo es importante para el crecimiento y desarrollo de las plántulas; sin embargo, Rodríguez (1999) señala que una plántula en condiciones apropiadas crece continuamente hasta transformarse en una planta. Este conjunto de procesos está caracterizado por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas), recibe el nombre de crecimiento y desarrollo vegetativo.

Respecto al número de macollos por planta, Quispe (1999) señala, los estudios realizados en especies y variedades de avena, cebada y triticale tienen macollos al igual que la *festuca ovina*, claro esta no es similar sin embargo pertenece a las forrajeras, hizo los estudios para la producción de forraje en el altiplano central en la estación experimental de Choquenaira en condiciones de secan, encontró un promedio de 6,46 – 5,46 – 3,41 macollos por planta respectivamente de las especies estudiadas, esto no será similar a lo festuca ovina sin embargo se deduce

que el sustrato y la humedad hace que el aumento de macollos sea favorable para la siguiente división de macollos, que en el estudio realizado en ambiente atemperado se tuvo un promedio de macollos de 82 macollos por plantas.

### 4.3 Variables fenológicas

Aplicando el método y procedimientos experimentales anteriormente descritos, en distancias de transplante con diferente número de macollos, se procedió a la determinación de sus características fenológicas en campo y la evaluación estadística de los mismos se analizarán las siguientes variables: Porcentaje de prendimiento y número de nuevas plántulas.

#### 4.2.8 Porcentaje de prendimiento

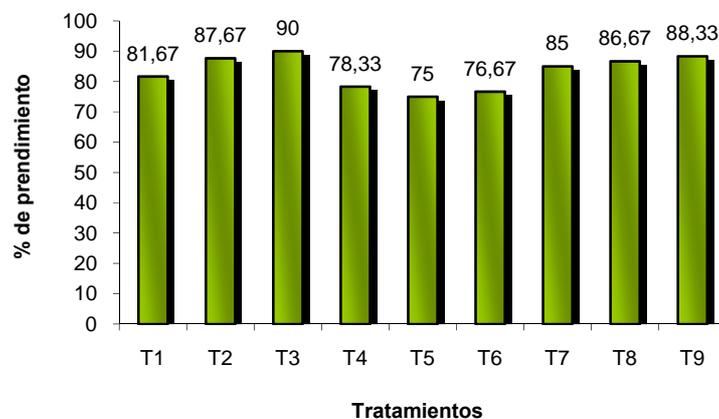
Los promedios del porcentaje de prendimiento para los nueve tratamientos en la festuca ovina en las diferentes distancias de transplante bajo diferente número de macollos, se resume en el Cuadro 23, y Figura 13.

**Cuadro 23. Promedio porcentaje de prendimiento para cada tratamiento**

Tratamiento	Distancia	Número de macollos	% de prendimiento
T <sub>1</sub>	7 cm.	4 macollos	81,67
T <sub>2</sub>	7 cm.	6 macollos	87,67
T <sub>3</sub>	7 cm.	8 macollos	90,00
T <sub>4</sub>	10 cm.	4 macollos	78,33
T <sub>5</sub>	10 cm.	6 macollos	75,00
T <sub>6</sub>	10 cm.	8 macollos	76,67
T <sub>7</sub>	15 cm.	4 macollos	85,00
T <sub>8</sub>	15 cm..	6 macollos	86,67
T <sub>9</sub>	15 cm.	8 macollos	88,33

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se observan mayores porcentajes de prendimiento se presentan en los tratamientos con mayor distancia de nuestros 15 cm y 7 cm que son los de menor distancia frente a la distancia de 10 cm que tuvo un porcentaje (%) bajo de prendimiento, esto debido al número de macollos, el espacio físico que poseían las plantas y a la vez que no existía competencia entre ellas.

El tratamiento de mayor porcentaje (%) de prendimiento correspondió al T<sub>3</sub> con 90,00 % de prendimiento a una distancia de transplante 7cm con 8 macollos, seguido del tratamientos con mayor distancia 15 cm y diferente número de macollos en el T<sub>9</sub> con 88.33 porcentaje (%), de prendimiento entre las demás fue el T<sub>5</sub> con 75,00% de prendimiento para una distancia de 10cm para 6 macollos.



**Figura 13. Promedio porcentaje de prendimiento para los nueve tratamientos**

En el Cuadro 24, se aprecia los efectos altamente significativos para el porcentaje (%) de prendimiento de los factores bloque, distancia y número de macollos. Para un mejor análisis se realizaron las pruebas de medias correspondientes.

**Cuadro 24. Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	2	8834,79	4417,39	36,02	0,0001	*
Distancia (a)	2	8574,56	2858,15	88,01	0,0011	*
Bloques *macollos(Ea)	4	1640,14	230,07			
Macollos (c)	2	9142,75	3190,45	98,24	0,0001	*
Distancia*Macollos(a*c)	4	1257,09	85,69	2,64	0,1183	Ns
Error (Eb)	12	1292,27	32,47			
Total	26					

**CV = 5.2%**

Del análisis se extrae un coeficiente de variación (CV) de 5,2% indica, los datos que se obtuvieron durante el experimento son confiables y que el estudio tuvo un buen manejo durante el trabajo de investigación. El porcentaje de prendimiento porcentaje (%) para todo el experimento en la festuca presentó un promedio de 83,26% de prendimiento.

Para bloques existe diferencias significativas, esta significancia se debe a que en el terreno influyó la pendiente; además, los cambios de temperatura y humedad que hicieron la variación entre bloques para el porcentaje (%) de prendimiento.

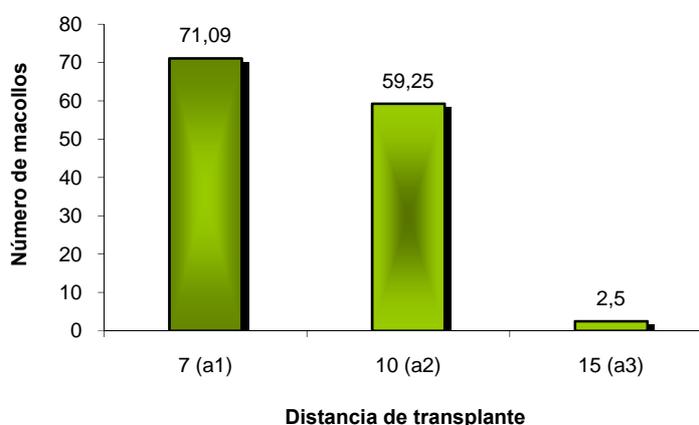
#### **4.3.1.1 Porcentaje de prendimiento para distancia**

El cuadro de análisis de varianza (Cuadro 24), en el porcentaje (%) de prendimiento nos muestra que existieron diferencias significativas para distancia, siendo la variable influyente el espaciamiento entre plantas, ya que a mayor distancia favoreció al prendimiento de la mayoría de los plantines al contrario de las de menor distancia.

**Cuadro 25. Prueba Duncan del porcentaje de prendimiento para distancia de transplante**

Tratamiento	Media	Duncan ( $\alpha = 0,05$ )
$a_1 = 7$	71.09	a
$a_2 = 10$	59.25	ab
$a_3 = 15$	2.5	b

La prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de 5% de significancia indica que existen diferencias significativas entre las distancias de transplante en el porcentaje de prendimiento, obteniéndose con la distancia de transplante 7 cm un promedio de 71,09% de prendimiento, seguido de la distancia de transplante 10cm con un porcentaje de prendimiento 59,25% y un menor porcentaje de prendimiento 52,5% para la distancia 15 cm.



**Figura 14. Porcentaje de prendimiento para distancia de transplante**

Esta diferencia en el porcentaje de prendimiento por el efecto de la distancia de siembra se observa que a menor distancia las plantas enraízan con facilidad, aprovechan la radiación, nutrientes y agua; es decir, a menor espacio se ayudan entre ellas para el fácil prendimiento, ocurriendo lo contrario con las de mayor

distancia de transplante que tuvo un menor porcentaje de prendimiento, es decir, tarda el enraizamiento por falta de radiación a mayor espacio baja la temperatura lo que ocasiona un prendimiento tardío.

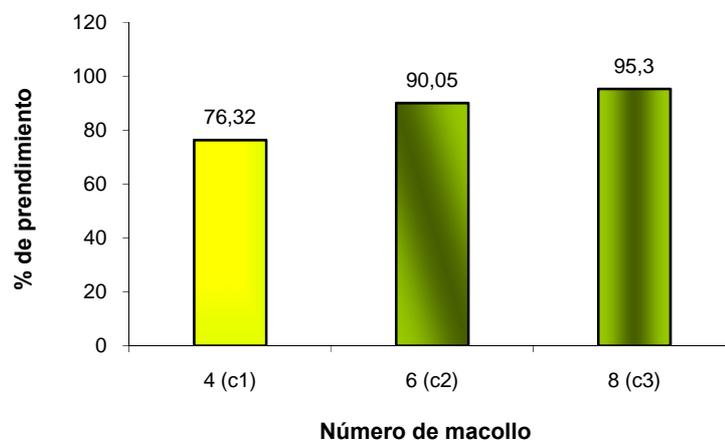
#### 4.3.1.3 Porcentaje de prendimiento para número macollos

Una vez realizada la comparación de medidas a través de la prueba de Duncan se puede interpretar a un nivel de 5% de significancia resulta diferente trabajar con 4 macollos frente a 6 y 8 macollos los cuales son estadísticamente iguales en el porcentaje de prendimiento (Ver Cuadro 26).

**Cuadro 26. Prueba de Duncan del porcentaje de prendimiento para número de macollos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
$b_1 = 4$	76.32	a
$b_2 = 6$	90.05	b
$b_3 = 8$	95.30	b

Como se observa en la Figura 15, el número de macollos tuvo gran influencia para dicha variable ya que se obtuvo un buen porcentaje de prendimiento para los macollos 6 y 8 a diferencia de 4 macollos con menor porcentaje; sin embargo, Merino (1997), menciona si bien la mayoría de los microorganismos se encuentran en la superficie de los órganos vegetales, debemos tomar en cuenta que existen evidencias de la presencia de algunos de ellos en la parte interna de las plantas que se manifiestan durante el prendimiento, hacen difícil el prendimiento de la planta.



**Figura15. Porcentaje de prendimiento para número de macollos**

#### 4.3.1 Número de nuevas plántulas

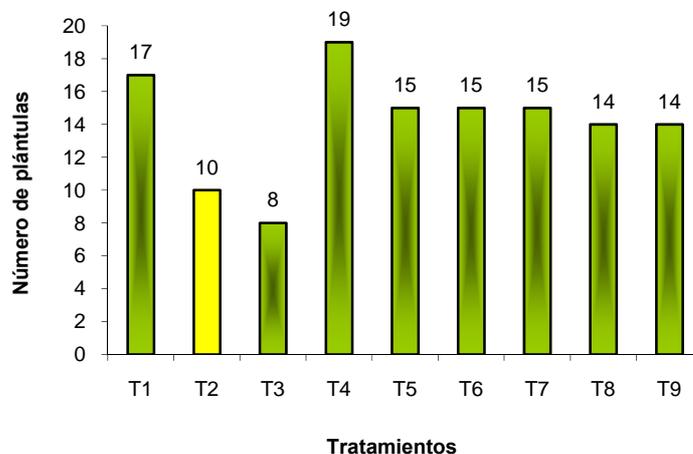
El Cuadro 27, y Figura 16, presentan promedios de número de nuevas plántulas de los nueve tratamientos bajo diferentes distancias de transplante y número de macollos.

**Cuadro 27. Promedios de número de nuevas plántulas**

Tratamiento	Distancia	Número de macollos	% de prendimiento
T <sub>1</sub>	7 cm.	4 macollos	18
T <sub>2</sub>	7 cm.	6 macollos	10
T <sub>3</sub>	7 cm.	8 macollos	8
T <sub>4</sub>	10 cm.	4 macollos	19
T <sub>5</sub>	10 cm.	6 macollos	15
T <sub>6</sub>	10 cm.	8 macollos	15
T <sub>7</sub>	15 cm.	4 macollos	15
T <sub>8</sub>	15 cm.	6 macollos	14
T <sub>9</sub>	15 cm	8 macollos	14

De acuerdo al Cuadro 27, y Figura 16, los promedios de número de nuevas plántulas de los tratamientos, muestran al tratamiento T<sub>4</sub> con mayor número de nuevas plántulas con un promedio de 19 plántulas, seguido del T<sub>1</sub> con 18 plántulas, y el tratamiento con menor número de nuevas plántulas fue T<sub>3</sub> con 8 plántulas.

Los tratamientos con menor número de plántulas a diferente número de macollos para una misma distancia 7 cm es T<sub>2</sub> con 10 y T<sub>3</sub> con 8 plántulas, sin embargo no existe mucha diferencia en los demás tratamientos, en el número de nuevas plántulas, si bien T<sub>1</sub> es una de las que tiene mayor número de plántulas (18), se debe a que en el momento de la nueva división de plántulas se hizo con 4 macollos. Por lo tanto el incremento de nuevas plántulas esta en función la número de macollos y la distancia de transplante (10 y 15 cm.), a esto se suma la disponibilidad de agua, luz, el ambiente atemperado, las cuales tienen incidencia en el desarrollo de la planta las mismas que son favorecida para el incremento del macollo y dar lugar a nuevas plántulas.



**Figura 16. Promedio del número de nuevas plántulas para los nueve tratamientos**

Para reflejar estadísticamente la diferencia existente entre los tratamientos, a continuación se muestra un análisis de varianza para el número de nuevas plántulas.

En el Cuadro 28, se resume este análisis para el número de nuevas plántulas donde se aprecia efectos altamente significativos para la distancia de transplante y macollos.

**Cuadro 28. Análisis de varianza para número de nuevas plántulas**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>F	
Bloque	2	39,38	19,69	2,73	0,9644	Ns
Distancia (a)	2	163,85	81,92	9,27	0,0831	*
Bloques *macollos(Ea)	4	35,35	8,83			
Macollos ( c)	2	56,25	28,12	3,91	0,4575	*
Distancia*Macollos(a*c)	4	22,12	5,53	0,76	0,9762	Ns
Error (Eb)	12	86,56	7,21			
Total	26					

**CV = 19.54**

En el número de nuevas plántulas, el coeficiente de variación (CV) de 19,54% indican que los datos obtenidas durante el experimento son confiables ya que se encuentra en el rango permitido menor a 30%, el trabajo en estudio es aceptable el número de nuevas plántulas para todo el experimento en la festuca ovina presentó un promedio de 14 plántulas.

En bloques no hay diferencias por lo que asevera que el terreno es uniforme para esta variable es decir que la temperatura, pendiente y humedad no se manifiesta de manera significativa. Se obtuvo una distribución normal de los tratamientos, no existieron diferencias entre las varianzas en este estudio.

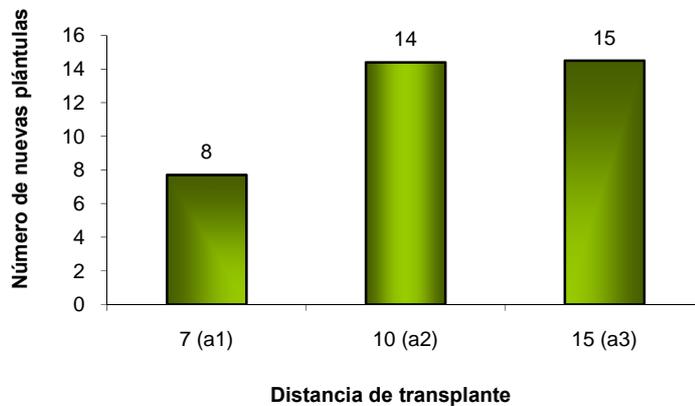
#### **4.3.2.1 Número de nuevas plántulas para distancia**

De acuerdo a la comparación de medios se puede observar (Cuadro 29), que trabajando con distancias de 10 y 15 cm no existe diferencia entre ambos, siendo diferente la distancia de 7 cm, en comparación con 10 y 15 cm.

**Cuadro 29. Prueba de Duncan del número de nuevas plántulas para la distancia de transplante**

Tratamiento	Media	Duncan ( $\alpha = 0,05$ )
$a_1 = 7$	8	a
$a_2 = 10$	14	b
$a_3 = 15$	15	b

La prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 5% de significancia indica que existen diferencias significativas para los tratamientos  $a_1$  con respecto a  $a_2$  y  $a_3$  entre las distancias de transplante en la obtención de nuevas plántulas, obteniéndose con la distancia de transplante 15 cm un promedio de 15 plántulas seguido de la distancia de transplante 10 cm un promedio de 14 plántulas seguido de la distancia de transplante 7 cm similar al anterior un promedio 8 plántulas y un número menor de nuevas plántulas (8) para la distancia inferior 7 cm (Ver Figura 17).



**Figura 17. Nuevas plántulas para distancia de transplante**

Esta distancia en el número de nuevas plántulas por la distancia de transplante se debe a que con mayor distancia, las plántulas están más dispersas por lo que tienen mayor espacio físico y mayor área por planta por lo cual el aprovechamiento de la radiación solar, nutriente y agua es mayor lo que induce a la mayor formación

de macollos y esta da lugar a la obtención de nuevas plántulas, a comparación de la transplante con menor distancia donde la competencia entre plántulas por el espacio físico, nutrientes, agua y luz es mayor lo que determino que plantas tienda a tener menor macollo esto indujo a la obtención de nuevas plántulas en menor número (Hartman,1990).

#### 4.4.2.2 Número de nuevos plántulas para número de macollos

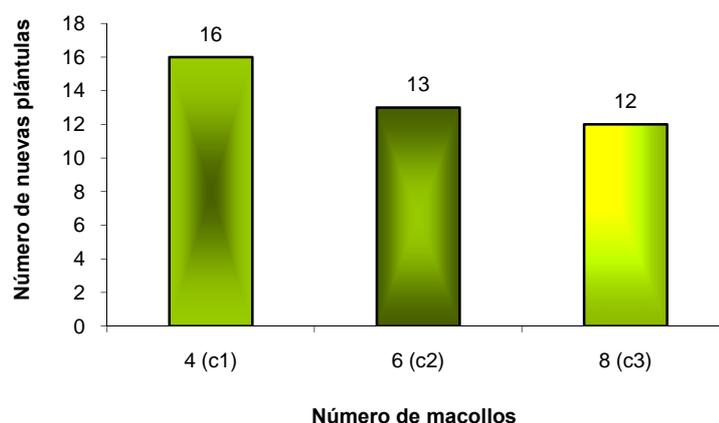
En el Cuadro 30, de la prueba múltiple de Duncan al nivel de 5% de significancia, se aprecia que existen diferencias al trabajar con 4 macollos frente a 6 y 8 macollos, siendo éstos los dos últimos similares en el parámetro número de nuevas plántulas para número de macollos.

**Cuadro 30. Prueba de Duncan del número de nuevas plántulas para número de macollos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Duncan (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
$b_1 = 4$	16	a
$b_2 = 6$	13	a
$b_3 = 8$	12	b

Según el análisis en el factor número de macollos se puede comprobar que, las medias son estadísticamente diferentes, (Duncan) siendo el que reporta mayor promedio de nuevas plántulas los tratamientos con menor número de macollos con 16 plántulas respectivamente, frente a los tratamientos de mayor número de macollos con 12 para 8 macollos y 13 plántulas para 6 macollos.

Las diferencias existentes en la obtención de nuevas plántulas de los tratamientos a diferente número de macollos son atribuibles a que el menor número de macollos en la división de macollos será mayor con respecto a los tratamientos con mayor número de macollos.



**Figura 18. Número de nuevas plántulas a diferente número de macollos**

#### 4.5 Análisis económico

El análisis se obtuvo con los costos variables de producción, considerando, las actividades, materiales e insumos que se han utilizado en cantidades similares en todos los tratamientos, costos de comercialización que se considero los relacionados con la comercialización del producto a un mismo mercado, asociados directamente a la cantidad de producto y transporte que para todos los tratamientos es distinta, se observa en el cuadro 31 la relación B/C por tratamiento.

**Cuadro 31. Análisis económico de beneficio / costo por tratamiento**

Tratamiento	Costo Total (Bs.)	Ingreso Bruto (Bs/m <sup>2</sup> )	Ingreso Neto (35/ m <sup>2</sup> )	B/C
T <sub>1</sub>	556.5	1046.5	490.0	0.88
T <sub>2</sub>	410.5	810.5	400.0	0.97
T <sub>3</sub>	330.0	680.9	350.9	1.06
T <sub>4</sub>	400.5	997.4	590.9	1.47
T <sub>5</sub>	310.5	906.4	595.9	1.91
T <sub>6</sub>	256.0	806.6	550.6	2.15
T <sub>7</sub>	300.0	785.9	485.9	1.61
T <sub>8</sub>	260.0	710.0	450.0	1.73
T <sub>9</sub>	196.0	591.9	395.9	2.01

CYMMYT, 1988, costo de producción es el desembolso o gasto en dinero se hacen en la adquisición de los insumos a recursos empleados, para producir bienes o servicios. Sin embargo es más amplio, significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado.

De acuerdo a las relaciones de Beneficio Costo de la Propagación Asexual de la *Festuca ovina*, se observa que la mayoría de los tratamientos obtienen un beneficio/costo,  $B/C > 1$ ; pero considerando la rentabilidad máxima en el  $T_6$  con un  $B/C = 2,15$  como un mínimo en el  $T_3$  de  $1,06$  teniendo una rentabilidad buena, a pesar de ser bajo entre las plantas ornamentales desde el punto de vista de producción. Se obtiene un  $B/C$  menor a  $1$ , que indica no es satisfactorio, observándose en los  $T_1$  y  $T_2$ .

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusión**

De acuerdo a los objetivos planteados inicialmente y con los resultados obtenidos de la distancia de transplante y número de macollos llevados a cabo en el Jardín Botánico de El Alto (GMEA) se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El mayor porcentaje de prendimiento se presentó para 4 macollos, diferencia que se observa también en el total de plantas establecidas pero con mayor grado de variación.
- El mayor incremento en número de hojas se presentó para 8 macollos (111 hojas) y el menor 4 macollos (72 hojas).
- La mayor multiplicación en número de macollos es para 8 macollos (101 macollos), siendo los menores 4 macollos (64 macollos).
- Existe efecto de las tres distancias de transplante utilizadas en trabajo de estudio, si bien entre 10 y 15 cm los resultados son similares el mejor es 10 cm por el menor espacio ocupado entre plantas.
- En el porcentaje de prendimiento de las tres distancias, el mejor es 7 cm estando las plantas unidas entre ellas y el menor es 15 cm entre plantas.
- El mayor en la obtención de macollos es 6 y 8, para una distancia de 10 y 15 cm entre plantas, siendo el mejor 6 macollos a una distancia de 10 cm por el espacio y menor cantidad de macollos utilizados en la festuca ovina.
- En la obtención de nuevas plántulas de festuca ovina el mayor fue para 4 macollos a una distancia de 10 cm, siendo rechazado en el mercado y retardando la

multiplicación de hojas y macollos. El mejor en nuevas plántulas es 6 macollos a la misma distancia anteriormente mencionado.

- En el análisis económico la relación B/C se concluye que no existe perdidas en la producción, teniendo ingresos, por tanto la relación B/C es rentable se puede producir en grandes cantidades dependiendo de la época, a pesar de ser esta relación B/C entre las plantas ornamentales.

## 5.2 Recomendación

Considerando los resultados obtenidos en la presente investigación, se establecen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda realizar investigaciones en otras zonas de El Alto y La Paz al aire libre en los días que presentan menos y que sean aptas para la producción de nuevas plántulas.
- Se recomienda realizar esta multiplicación de plantas de festuca ovina, al aire libre en época de verano, a pesar que soporta el frío, se adapta al medio en el cual se desarrolla, solo se debe regar para mantener la humedad.
- En cuanto al factor climático se recomienda en los primeros días para el prendimiento de plántulas bastante humedad, es decir, buen riego y el transplante para su fácil enraizamiento realizarlo por las tardes.
- Continuar con la propagación asexual de festuca ovina, con el fin de acortar el tiempo y mantener las características genotípicas de la planta, no solamente con esta variedad sino con otras que se puedan obtener mejores rendimientos en la obtención de plántulas.
- En cuanto a la distancia de transplante se recomienda utilizar distancias de 10 cm para un buen desarrollo de la planta.
- En la multiplicación de nuevas plántulas se recomienda utilizar 6 macollos para el desarrollo y el fácil adaptabilidad de la planta.
- Se recomienda utilizar 6 y 8 macollos para la venta, ya que es aceptable en el mercado por tener buen aspecto.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, A.** 1988. Propagación de especies forestales nativas de la región andina del Perú. Organización de los Estados Americanos. Perú. pp. 31-39
- Brickell, C.** 1990. Enciclopedia de plantas y flores. Compañía continental. pp. 200-207
- Cabrera, J. y Jutzi S.** 1978. Comparación de ocho variedades de triticale, trigo, centeno y avena en producción de forraje y grano. Centro de investigación en forrajes "La violeta" USMS. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cooperación Técnica. Suiza (COTESU y Semillas forrajeras SEFO). Cochabamba – Bolivia. pp. 45-48
- Calderón, E.** 1987. Fruticultura general. Ed. Limusa. México. pp. 417 – 420
- Calzada, J.** (1970). Métodos estadísticos para la investigación. Tercera edición. Lima – Perú. Ed. Jundica SA. P. 341 – 398
- Castañeda, A.** 1984. Propagación comparativa de polylepis con nutrientes tomadas a tres niveles de la rama. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo – Perú. pp. 27-34
- Chavarry, L.** 1989. Propagación de Cedrella y Polylepis racimosa. Centro de Investigación y Capacitación Forestal. Proyecto CICAFLOR. Lima – Perú. pp. 30-36
- Hartman, H. y Kester, D.** 1980. Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Ed. Continental. México. pp. 267 - 385
- Kaiser, O.** 1968. Densidades optimas de plana de quinua en el altiplano central. Tesis de Grado, UMSS. Cochabamba – Bolivia. pp. 49-52

- Mesen, F.** 1998. Métodos de propagación vegetativa. Ed. IGRAF, Centro para la Investigación Agroforestal. Perú. pp. 16 -19
- Merino, M.** 1997. Cultivo de vegetales. Ed. Trillas. México. pp. 233 - 245
- Migliorini, F.** 1994. Forrajes. Ed. Devanchi. Barcelona – España. pp. 162 – 163
- Nicolai, A.** 1952. Fisiología Vegetal. Ed. Sulpoda. Buenos Aires – Argentina. pp. 135 - 406
- Ortega, S.** 1987. Flora de interés apícola. Ed. Mundi – Prensa. pp. 90 - 99
- Pacari, A.** 1974. Efecto Rhizobium en la fijación simbiótica en nitrógeno en el cultivo de haba (Vicia faba) Tesis de Grado, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno – Perú. pp. 4 - 26
- Quispe, N.** 1999. Estudio comparativo de variedades de avena, cebada y triticale en la localidad de Choquenaira. Tesis de Grado, UMSA. La Paz – Bolivia. pp. 29 - 48
- Rodríguez, M.** 1991. Fisiología Vegetal. Ed. Los Amigos del libro. Cochabamba – Bolivia. pp. 425 - 256
- Rodríguez, P.** 1996. Enraizamiento de estados de tres especies forestales; Mara, Cedro y paraíso. Tesis de Grado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz – Bolivia. pp. 6 - 16
- Rodríguez, M.** 1999. Fisiología Vegetal. Ed. Los Amigos del libro. Cochabamba – Bolivia. pp. 429 - 431
- Rojas, F.** 1999. Lista de Catálogo de plantas. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz – Bolivia. pp. 96 - 103

**Suarez, J.** 1996. Propagación de ocho especies forestales. Pasantía. Escuela Técnica Superior Forestal. UMSS. Cochabamba – Bolivia. pp. 31 - 36

**Vigliola, M.** 1992. Manual de gramíneas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. pp. 19 - 34

**Zalles, T.** 1988. Manual de técnica forestal. Ed. Arnaldo. Cochabamba – Bolivia. pp. 38-47

**Zobel, B. y John T.** 1988. Técnicas de mejoramiento genético forestal. Ed. Limusa. México. pp. 76 - 80

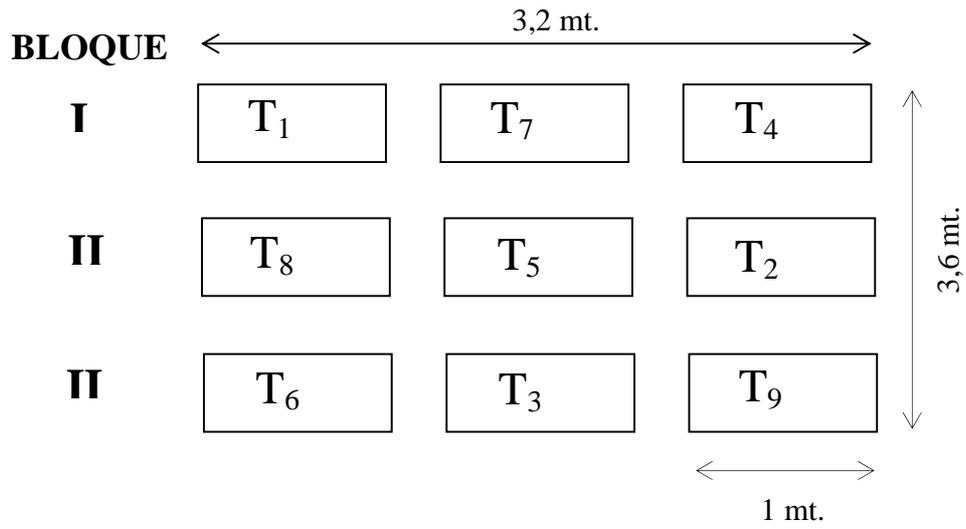
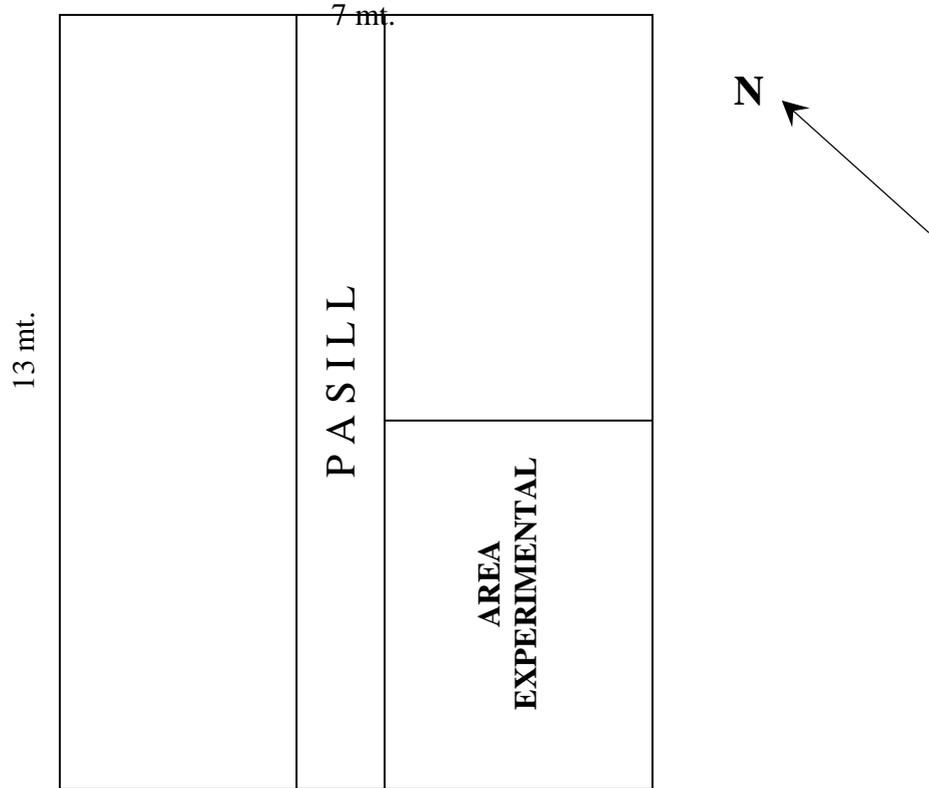
## ANEXOS



# CROQUIS DEL EXPERIMENTO

Área total del invernadero

Esc. 1:100







*Festuca ovina*



Toma de datos



Parcelación



División de macollos



Obtención de nuevas plántulas



Tratamientos