



---

FACULTAD DE  
**AGRONOMIA**  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**ESTUDIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO  
DE DIFERENTES PROCEDENCIAS  
DE *LOTUS PEDUNCULATUS* Y *LOTUS TENUIS*  
EN EL AÑO DE IMPLANTACION**

**por**

Joaquín ESTOL RIVAS  
Alvaro Fernando LOPEZ BRITO  
Ismael PARADEDA CABRERA

**T E S I S**

**2001**

---

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

---

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTUDIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES  
PROCEDENCIAS DE LOTUS PEDUNCULATUS Y LOTUS TENUIS EN  
EL AÑO DE IMPLANTACIÓN

Por

Estol Rivas, Joaquín  
López Brito, Alvaro Fernando  
Paradedá, Cabrera Ismael

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
Título de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola Ganadero)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2001

esis aprobada por:

Director: Miltón Carambula

Juan Carlos Millot

Fernando Santiñaque

Fecha:

Autores: Joaquín Estol Rivas

Alvaro Fernando López Brito

Ismael Paradedá Cabrera

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN.</u></b>	5
<b><u>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</u></b>	6
2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DEL GÉNERO <i>LOTUS</i> .	
2.1.1 <u>Características Morfológicas del género <i>Lotus</i>.</u>	6
2.1.1.1 Características Morfológicas de <i>L. tenuis</i> .	6
2.1.1.2 Características Morfológicas de <i>L. pedunculatus</i> .	7
2.2 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.	
2.2.1 <u>Características Agronómicas de <i>L. tenuis</i>.</u>	9
2.2.2 <u>Características Agronómicas de <i>L. Pedunculatus</i>.</u>	10
2.3 ADAPTACIÓN DE AMBAS ESPECIES A CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS.	
2.3.1 <u>Comportamiento de <i>Lotus</i> spp frente a factores climáticos.</u>	13
2.3.1.1 Luz.	14
2.3.1.2 Temperatura.	14
2.3.1.3 Humedad.	15
2.3.1.4 Respuesta a las condiciones climáticas de invierno y verano.	16
2.3.2 <u>Comportamiento de <i>Lotus</i> spp frente a factores edáficos.</u>	
2.3.2.1 Acidez del suelo (pH).	17
2.3.2.2 Fertilidad del suelo.	18
2.4 PROCESOS BASICOS DETERMINANTES DE LA IMPLANTACIÓN.	
2.4.1 <u>El Proceso de Germinación.</u>	20
2.4.2 <u>La etapa de desarrollo de la Plántula.</u>	21
2.5 EFECTO DE LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS SOBRE EL PROCESO DE IMPLANTACIÓN.	
2.5.1 <u>Temperatura.</u>	23
2.5.2 <u>Luz.</u>	23
2.5.3 <u>Relaciones hídricas.</u>	25
2.5.4 <u>Efectos de la temperatura, el agua y la luz sobre la nodulación.</u>	26
2.6 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL PROCESO DE NODULACION.	
2.6.1 <u>Los rizobios y el medio ambiente.</u>	27
2.6.2 <u>Importancia de la Inoculación.</u>	27
2.6.3 <u>El proceso lento de nodulación de los <i>Lotus</i> spp.</u>	28
2.6.4 <u>Antagonismos entre rizobios de las distintas especies.</u>	28
2.6.5 <u>Específicos y Eficiencia.</u>	29
2.6.6 <u>Capacidad dadora de Nitrógeno del Género <i>Lotus</i>.</u>	29
2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA EXPRESIÓN DEL VIGOR DE LA PLÁNTULA.	
2.7.1 <u>Vigor inicial.</u>	30
2.7.2 <u>El tamaño de las semillas.</u>	30

2.8 MANEJO INICIAL DEL MEJORAMIENTO.	31
2.8.1 <u>Pautas para el manejo en el año del establecimiento.</u>	32
2.8.2 <u>Manejo inmediato a la siembra.</u>	32
2.8.3 <u>Pastoreo moderado de <i>Lotus</i> en primavera.</u>	33
<b>3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS.</u></b>	
3.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y LA VEGETACIÓN RESIDENTE.	34
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.	34
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.	37
3.4 DETERMINACIONES.	37
3.4.1 <u>Censo de población.</u>	37
3.4.2 <u>Crecimiento inicial de las plántulas (precocidad).</u>	38
3.4.3 <u>Apreciación Visual.</u>	38
3.4.4 <u>Rendimiento de forraje.</u>	38
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	39
<b>4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</u></b>	
4.1 EXPERIMENTO 1: <i>LOTUS PEDUNCULATUS</i>	40
4.1.1 <u>Censo de población de plántulas de los diferentes cultivares.</u>	40
4.1.2 <u>Caracteres de las plántulas que determinan su crecimiento inicial (precocidad).</u>	41
4.1.2.1 Número de tallos promedio a partir de la corona.	41
4.1.2.2 Número de plántulas con tallos axilares.	41
4.1.2.3 Longitud promedio del tallo más largo desde la corona.	42
4.1.2.4 Altura Mínima de los tallos de las plántulas.	43
4.1.2.5 Altura Máxima de los tallos de las plántulas.	44
4.1.2.6 Diferencia entre las alturas máximas y mínimas en los tallos(calculadas).	45
4.1.2.7 Número de plántulas noduladas efectivamente.	46
4.1.2.8 Peso Seco promedio por plántula (calculado).	47
4.1.3 <u>Resultados de la <i>Apreciación Visual de Lotus pedunculatus.</i></u>	47
4.1.4 <u>Caracteres del mejoramiento que determinan su comportamiento productivo.</u>	48
4.1.4.1 Altura en pie del mejoramiento(cm).	48
4.1.4.2 Rendimiento total (verde + seco)del componente <i>Lotus</i> del mejoramiento (kg/ha MS).	49
4.1.4.3 Rendimiento de la fracción verde del componente <i>Lotus</i> del mejoramiento(kg/ha MS).	49
4.1.4.4 Rendimiento de la fracción seca o muerta del componente <i>Lotus</i> (kg/ha MS).	50
4.1.4.5 Rendimiento total del mejoramiento: <i>Lotus</i> + Campo Natural (kg/ha MS).	51

4.1.5 <u>Resultados del Rendimiento post-sequía (rebrote) de <i>L. Pedunculatus</i> y <i>L. Corniculatus</i>.</u>	52
4.1.5.1 Rendimiento de <i>Lotus</i> del mejoramiento (kg/ha MS).	52
4.1.5.2 Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).	52
4.2 EXPERIMENTO 2: <i>LOTUS TENUIS</i> .	
4.2.1 <u>Censo de población de plántulas de los diferentes cultivares.</u>	53
4.2.2 <u>Caracteres de las plántulas que determinan su crecimiento inicial (precocidad).</u>	54
4.2.2.1 Número de tallos promedio a partir de la corona.	54
4.2.2.2 Número de plántulas con tallos axilares.	54
4.2.2.3 Longitud promedio del tallo más largo desde la corona.	55
4.2.2.4 Altura Mínima de los tallos de las plántulas.	56
4.2.2.5 Altura Máxima de los tallos de las plántulas.	56
4.2.2.6 Diferencia entre las alturas máximas y mínimas en los tallos (calculadas).	57
4.2.2.7 Número de plántulas noduladas efectivamente.	57
4.2.2.8 Peso Seco promedio por plántula (calculado).	58
4.2.3 <u>Resultados de la Apreciación Visual de <i>Lotus tenuis</i>.</u>	59
4.2.4 <u>Caracteres del mejoramiento que determinan su comportamiento productivo.</u>	60
4.2.4.1 Altura en pie del mejoramiento(cm).	60
4.2.4.2 Rendimiento total (verde + seco) del componente <i>Lotus</i> del mejoramiento (kg/ha MS).	60
4.2.4.3 Rendimiento de la fracción verde del componente <i>Lotus</i> (kg/ha MS).	61
4.2.4.4 Rendimiento de la fracción seca o muerta del componente <i>Lotus</i> (kg/ha MS).	61
4.2.4.5 Rendimiento total del mejoramiento: <i>Lotus</i> + Campo Natural (kg/ha MS).	63
4.2.5 <u>Resultados del Rendimiento post-sequía (rebrote) de <i>L. tenuis</i> y <i>L. corniculatus</i>.</u>	63
4.2.5.1 Rendimiento de <i>Lotus</i> del mejoramiento (kg/ha MS).	64
4.2.5.2 Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).	65
4.3 RESEÑA BREVE DE <i>L.CORNICULATUS</i> CV. SAN GABRIEL COMO ESPECIE REFERENTE EN AMBOS EXPERIMENTOS.	
4.3.1 <u>Censo de población de plántulas.</u>	65
4.3.2 <u>Crecimiento inicial de las plántulas (precocidad).</u>	65
4.3.3 <u>Rendimiento de forraje.</u>	65

<b>5. <u>CONCLUSIONES.</u></b>	66
5.1 EXPERIMENTO 1: <i>LOTUS PEDUNCULATUS.</i>	66
5.2 EXPERIMENTO 2: <i>LOTUS TENUIS.</i>	68
5.3 COMENTARIOS FINALES DE AMBOS EXPERIMENTOS.	69
<b>6. <u>RESUMEN.</u></b>	70
<b>7. <u>SUMMARY.</u></b>	72
<b>8. <u>BIBLIOGRAFÍA.</u></b>	74
<b>9. <u>ANEXOS.</u></b>	78

## 1. INTRODUCCIÓN.

El género *Lotus* presenta una destacable plasticidad, por lo que su adaptación a diferentes situaciones le permite a las especies prosperar, aunque con diferentes grados de adaptación, a las condiciones climáticas y edáficas de la Región Este, donde son dominantes los suelos con restricciones.

Debido a su destacable adaptación a las diferentes condiciones que presentan los citados suelos, cobra importancia la búsqueda de nuevos cultivares de diferentes especies de este género, que presenten una mayor productividad y persistencia a los efectos de ampliar la gama de cultivares a elección para las diferentes situaciones productivas de la Región Este.

De esta manera surge como necesidad la evaluación de diferentes especies y cultivares con el objetivo de aumentar la baja productividad de forraje de los suelos de la zona.

Para ello se realizó la evaluación de cinco cultivares de *Lotus tenuis* y cinco cultivares de *Lotus pedunculatus* de diferente procedencia. Dentro de la evaluación se determinó su comportamiento a la implantación a través de diferentes parámetros con el objetivo de cuantificar la adaptación al hábitat impuesto, así como el rendimiento de forraje. Debido a una situación coyuntural de déficit hídrico se determinó su resistencia a la falta de agua a través del rebrote, luego de finalizar dicho período crítico.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DEL GÉNERO *LOTUS*.

Dentro del género *Lotus*, existen diferencias a nivel de plántulas que permiten diferenciar las distintas especies (Cuadro N°1, Anexos). En todas ellas la primera hoja verdadera que emerge del punto de crecimiento entre los cotiledones es trifoliada, lo cual permite diferenciar al género *Lotus* de los géneros *Trifolium* y *Medicago*.

Los tallos de las plantas adultas pueden presentar porte erecto, decumbente o prostrado, pudiendo ser desde glabros a pubescentes y macizos o huecos según la especie, formando siempre matas densas.

Las hojas son todas trifoliadas con estípulas bien desarrolladas, de forma bastante parecida a la de los folíolos y ubicadas en la base del pecíolo, lo cual les da la apariencia de hojas pentafoliadas. Normalmente, tanto los folíolos como las estípulas son asimétricas.

La inflorescencia es una umbela compuesta por varias flores (1-12) y sostenida por un pedúnculo floral insertado en las axilas de las hojas superiores de los tallos como se observa en la Figura N°1 (Anexos).

El cáliz está compuesto por 5 sépalos unidos, dentados, glabros o pubescentes. La corola es formada por 5 pétalos: un estandarte superior y dos laterales y la quilla formada por dos pétalos unidos que encierran los órganos sexuales.

Las flores son de color amarillo con tonalidades desde pálidas a intensas, casi anaranjadas y a veces con matices rojizos en las nervaduras.

El rasgo más característico de este género es su fruto constituido por vainas alargadas y estrechas, agrupadas en distinto número formando una pata de pájaro ubicado en ángulo recto con el pedúnculo floral.

Las vainas son altamente dehiscentes, dividiéndose longitudinalmente en dos a lo largo de la suturas centrales, las que retorciéndose en forma de espiral liberan las semillas (Carámbula y Ayala no publicado).

#### 2.1.1 Características Morfológicas de *L. tenuis* y *L. pedunculatus*.

##### 2.1.1.1 *Lotus tenuis*.

La principal característica de esta especie es la presencia de una corona a partir del primer año, la cual se continúa en una raíz pivotante fuerte y profunda con ramificaciones gruesas.

De éstas parten raíces secundarias de menor grosor, la mayoría ubicada en el perfil superior del suelo y ramificadas lateralmente.

Esta especie presenta además en sus tallos raíces adventicias, que a su vez muestran una hipertrofia muy importante de tejido aerénquimatoso, lo cual ha sido asociado a la tolerancia que muestra *L. tenuis* a las condiciones de inundación prolongada (Mazati et al, 1988).

En este sentido, de acuerdo con Bignolia et al (1991) *L. tenuis* es más tolerante al anegamiento, en términos de supervivencia y crecimiento que *L. corniculatus*.

Por otra parte la profundidad que puede alcanzar su sistema radicular hace que tanto esta especie como *L. corniculatus* sean las especies domesticadas de este género que presentan mayor resistencia a las sequías.

La parte aérea es formada por numerosos tallos que crecen a partir de una población importante de yemas ubicadas en la corona. Dichos tallos poseen a su vez yemas axilares en sus hojas, dando lugar a un crecimiento indefinido de tallos secundarios y terciarios. Dichos tallos son algo débiles con entrenudos relativamente largos.

Las hojas nacen alternadas a lo largo de los tallos y están compuestas por folíolos más angostos que los de *L. corniculatus* y glaucos en ambas caras. Los folíolos son de forma lineal-lanceolados, angostos y 3 a 4 veces más largos que anchos.

El periodo de floración es extenso y ocurre entre noviembre y marzo registrándose una formación sucesiva e indeterminada de umbelas, las que están constituidas por 4 a 6 flores de color amarillo y de tamaño menor que en *L. corniculatus*, las cuales al madurar cambian del color amarillo al rojo anaranjado.

Al igual que *L. corniculatus* la fecundación es predominantemente cruzada y entomófila.

Como en todas las especies del género *Lotus* los frutos son vainas que se abren con violencia a la madurez, diseminando las semillas en un radio variable.!

#### 2.1.1.2 *Lotus pedunculatus*

*Lotus pedunculatus* presenta diferentes hábitos de crecimiento variando entre postrado, semipostrado, semierecto y erecto, según el origen de las diferentes procedencias y el momento fenológico que se considere.

Las plantas poseen un sistema subterráneo superficial extenso concentrado en los primeros centímetros del suelo, formado por una corona primaria central y una raíz primaria pivotante, a la que se agrega una importante red de rizomas, estolones y raíces fibrosas. Dicha red entramada le otorga a esta especie una muy buena habilidad colonizadora del tapiz y estabilizadora de suelos.

La corona actúa como nexo entre los órganos subterráneos y los tallos aéreos (Carámbula et al, 1994).

Los tallos aéreos, son formados tanto desde la corona como desde los rizomas y estolones y pueden ser descriptos como “decumbentes” en vegetaciones ralas y como “erectos” en vegetaciones densas.

A su vez en las axilas de las hojas de los tallos aéreos se desarrollan tallos secundarios, llamados axilares, cuya sucesiva aparición da lugar al crecimiento indeterminado muy característico de las especies del género *Lotus*.

En pasturas poco densas muchos meristemos ubicados en la corona dan lugar a órganos subterráneos llamados rizomas, mientras que en pasturas densas dan lugar a tallos horizontales los que se ubican sobre el suelo y constituyen tallos rastreros con raíces en los entrenudos, llamados estolones. Ambos se forman desde fines de verano y durante el otoño.

Los rizomas se caracterizan por actuar como reservorios de agua y carbohidratos, lo cual favorece el alto potencial de colonización que posee esta especie (Blumenthal, 1994).

La corona presenta un segundo periodo de actividad durante primavera y temprano en el verano cuando el crecimiento de las plantas es dominado por la formación de tallos aéreos fértiles. Estos son a menudo huecos en su centro, con tonalidades rojizas en la inserción de las hojas y en su parte basal.

En *Lotus pedunculatus*, el desarrollo de rizomas, estolones y raíces, es dominante en el periodo fin de verano y otoño, cuando disminuyen las temperaturas y se acorta el fotoperíodo. En cambio los tallos aéreos se forman en el período de crecimiento activo de primavera y temprano en verano, cuando se registran días largos, aunque existen variaciones según la latitud (Blumenthal 1994).

Las cantidades mínimas de reservas en esta especie se manifiestan a fines de primavera y durante el verano, cuando ellas constituyen parte de los carbohidratos imprescindibles para mantener activa la iniciación de los nuevos tallos en los rebrotes.

La acumulación de carbohidratos en la corona y en la raíz principal se reinicia recién en otoño, época en que las temperaturas bajas y el fotoperíodo se hace menor.

Por lo tanto, los pastoreos severos en otoño debilitan notablemente a las plantas, al reducir en forma sensible las reservas necesarias para pasar el invierno y proveer un buen rebrote en primavera.

En los tipos postrados y semipostrados, la mayor acumulación de forraje en esta especie se produce en los estratos inferiores, lo cual demuestra que la eficiencia de cosecha en estratos superiores a 7.5cm resulta baja, muy particularmente durante el periodo invernal (Carámbula et al. 1994).

Sus hojas son típicas del género *Lotus*, pero se destacan por poseer estípulas muy grandes casi del tamaño de los folíolos. Los folíolos son anchos, obovados y con posible presencia de pelos en el envés o los bordes.

La floración, en comparación con el *L. corniculatus*, es menor y más concentrada. Las inflorescencias están formadas por 4 a 6 flores de color amarillo intenso y las cuales pueden presentar manchas color púrpura.

Su fruto es una vaina (chaucha) larga, cilíndrica, que al madurar se abre violentamente y esparce las semillas, las cuales son muy pequeñas en comparación con las de *L. tenuis* y *L. corniculatus*.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.

### 2.2.1 *Lotus tenuis*.

Se tratan de una especie de ciclo perenne y producción primavera-estivo otoñal.

Mientras en otoño se recupera rápidamente luego de una defoliación, en invierno ha demostrado disminuir su crecimiento, aunque soporta las heladas y no posee latencia invernal completa.

Se adapta muy bien a suelos con drenaje imperfecto en los cuales se comporta mejor que *L. corniculatus*, pero su sistema radicular, más superficial que en este lo hace más susceptible en suelos con riesgo de desecación estival (Vignolio, et al.1994).

Al igual que el resto de las especies del género *Lotus* se comporta muy bien en suelos ácidos y poco fértiles.

Su hábito de crecimiento postrado con tallos decumbentes que crecen casi contra el suelo le permite adaptarse muy bien a pastoreos intensos y frecuentes, mostrando en ensayos realizados en la Facultad de Agronomía como más productivo bajo este tipo de manejo (Millot y Zanonai, com. pers.).

El sistema de rebrote es igual al de *L. corniculatus* ya que se produce a partir de yemas axilares de tallos no cortados y de yemas de la corona.

En *L. tenuis* el área foliar remanente es proporcionalmente mayor a la de *L. corniculatus* debido a su sistema de crecimiento postrado con tallos decumbentes, lo que determina que se adapte a manejos frecuentes e intensos (Zanoniani, inédito).

Al igual que con *L. corniculatus* los pastoreos con *L. tenuis* no registran en Uruguay la ocurrencia de animales hinchados por causa de meteorismo.

*Lotus tenuis* posee alto valor nutritivo con porcentajes superiores a *L. corniculatus* tanto en digestibilidad "in vitro" como en Proteína Bruta.

Ello sucede cuando se considera a estas especies en los estados fenológicos de iniciación de floración en adelante. Por el contrario, estos resultados se igualan e invierten respectivamente a favor de *L. corniculatus* cuando ambas especies se encuentran en estado vegetativo.

Con respecto al contenido de lignina, *L. tenuis* ha presentado valores inferiores a *L. corniculatus* en todos los estados lo que repercute en un menor contenido de Fibra Detergente Acido (Cuadro N°2, Anexos), completando a su favor los tres principales parámetros que definen la calidad de cualquier forraje. Al respecto a medida que avanza el estado de madurez esta especie tiende a presentar un menor aumento de fibra y una caída menor de la digestibilidad que otras leguminosas (Echeverría et al, 1986).

En cuanto a la estrategia de persistencia, ésta se basa básicamente en el reclutamiento de nuevas plántulas a medida que las plantas adultas mueren, habiéndose identificado plantas de hasta tres años de vida.

El remplazo de las plantas adultas muertas se asegura mediante la presencia en el suelo, de un buen banco de semillas que favorezca el reclutamiento de nuevas plántulas.

De acuerdo con Mujica y Rumi (1991) en los mejoramientos de campo el reclutamiento de nuevas plántulas de este *Lotus* ocurrirá durante el invierno mediante la aparición escalonada de nuevos individuos con un pico máximo al principio de la primavera. No obstante un porcentaje bastante importante podría aparecer en otoño (Sevilla, 1989).

Mientras la perennización en *L. corniculatus* y *L. tenuis* se alcanza por dos procesos complementarios, la longevidad de las plantas adultas y el reclutamiento de nuevas plántulas, en *L. pedunculatus* se logra principalmente por rizomas y estolones y en *L. subbiflorus* exclusivamente por semillas.

### 2.2.2 *Lotus pedunculatus*.

Se trata de una especie de ciclo perenne y producción primavero-estivo otoñal, siendo el *Lotus* que tiende a producir más materia seca en invierno.

Crece mejor a temperaturas moderadas, tanto a plena luz como a sombra parcial.

Dentro de su género es la especie probablemente más adaptada a suelos ácidos ya que crece satisfactoriamente en pH que oscila entre 4.5 y 5.5 (Smethan, 1981); además presenta tolerancia a la toxicidad por aluminio, al bajo contenido de fósforo y a suelos inundables; dominando la vegetación cuando algunas de estas condiciones perjudican al resto de las especies (Sheath y Hay, 1988).

Prospera en suelos con condiciones de humedad excesiva pero no produce bajo condiciones de sequía. No obstante, posee mecanismos de escape a la misma, por lo que sobrevive y rebrota rápidamente una vez que se registran lluvias.

Debido al mayor volumen radicular superficial que presenta *L. pedunculatus*, en comparación con *L. corniculatus* y *L. tenuis*, se le atribuye una mayor eficiencia en el uso del fósforo de la fertilización inicial y refertilizaciones principalmente en los mejoramientos de campo; formando nódulos aún en condiciones de deficiencia de este elemento (Cerdeira, 1996 citado por Ruz et al, 1999).

*L. pedunculatus* presenta ciertas características que afectan particularmente su manejo de defoliación, por lo que se debe poner en ellas especial atención. Así se distingue, por presentar lento potencial de rebrote luego del pastoreo, como consecuencia de la eliminación de los puntos de crecimiento terminales de los tallos aéreos y por su respuesta tardía para reponerlos. Por consiguiente, la velocidad del rebrote luego de un pastoreo será tanto más rápida cuanto mayor sea la población de ápices intactos en sus tallos aéreos.

No obstante, cuando la pastura se maneja de tal manera que las plantas dispongan de un importante acopio de sustancias de reservas (pastoreos intensos con alivios prolongados), el rebrote producido desde tallos nacidos desde los rizomas es bastante inmediato.

Por consiguiente, el tipo de manejo del pastoreo que favorece a esta especie es intenso pero poco frecuente o poco intenso y frecuente, siendo el primero más eficiente desde el punto de vista de la cosecha y utilización del forraje.

De acuerdo con su comportamiento fisiológico, esta especie no debe ser arrasada durante la época de crecimiento activo; debiéndose aplicar en lo posible manejos conservadores poco frecuentes y aliviados, que favorezcan en lo posible rastrojos de 3-5 cm.

Para favorecer la formación de rizomas y estolones se recurrirá a descansos adecuados a fines de verano-otoño, ya que es imprescindible promover la formación de éstos; debido a que éste es el mecanismo básico que le permite a esta leguminosa ofrecer una mayor colonización.

Asimismo, dichos órganos otorgan una buena capacidad de recuperación luego de la ocurrencia de déficits hídricos, confieren un grado considerable de resistencia al efecto del pisoteo y cumplen una misión fundamental al promover la persistencia del mejoramiento.

En cualquier especie forrajera y desde el punto de vista agronómico la persistencia se puede considerar de dos maneras diferentes: la persistencia de la planta individual y la persistencia de la población de plantas en la pastura.

En las especies rizomatozas como *L. pedunculatus*, la corona ocupa un rol cada vez más secundario a medida que aumenta la edad de las plantas; debido a que ellas expanden su crecimiento en forma indefinida, mediante tallos horizontales a nivel o bajo la superficie del suelo. Por ello, la persistencia se logra básicamente por proliferación vegetativa ya que su reproducción sexual presenta ciertos inconvenientes.

El gran atributo del género *Lotus* de no producir meteorismo como las otras leguminosas forrajeras, reside en la habilidad de las plantas para producir taninos condensados en sus tejidos foliares, los cuales reducen la deaminación de las proteínas en el rumen (Kelman y Tanner, 1990; Ehike y Legare, 1992).

El rol de estas sustancias en el forraje es no sólo impedir la solubilidad de las proteínas y por lo tanto evitar el meteorismo sino además impedir la pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco, aumentando de esta manera tanto la digestión como la utilización de las proteínas.

Asimismo, protege su degradación en el rumen e incrementa la proporción de nitrógeno consumido y retenido por el animal (John et al, 1980), así como la absorción de aminoácidos esenciales a nivel del duodeno (Wang et al, 1966; Blumental et al 1993; Min et al, 1998).

Dados estos atributos favorables de los taninos condensados resulta muy importante destacar el gran valor de su presencia en los tejidos de las especies del género *Lotus*, aunque se ha determinado que niveles elevados de los mismos, pueden provocar en casos extremos un menor consumo por baja aceptabilidad así como una inhibición de la actividad microbiana del rumen.

Sin embargo, un nivel relativamente bajo de taninos condensados (20-40 g/kg. MS) satisface las necesidades para evitar el meteorismo, a la vez que reduce las posibilidades de que se produzcan aspectos negativos sobre el consumo y la digestibilidad de la fibra, lo cual sucede si las concentraciones son mayores (Waghorn, 1990). Por consiguiente, parecería que la concentración mínima necesaria para precipitar las proteínas sería entre 2% y 4% (Barry y Fors, 1983).

Cuando las concentraciones de taninos condensados son superiores al 4-5% de la materia seca, lo cual puede ser común en *L. pedunculatus* y en algunas procedencias de *L. corniculatus* (Kelman y Tanner, 1990) pueden reducir el consumo y provocar detrimentos en la digestión de los rumiantes (Barry y Duncan, 1984) así como en la digestión de la fibra.

Barry y Manlesy (1983) determinaron que si bien en *L. pedunculatus* los taninos condensados permiten aumentar la absorción de aminoácidos, también pueden deprimir la digestión de los carbohidratos rápidamente fermentecibles y la hemicelulosa, pero cuando las concentraciones son muy altas también pueden definir el consumo voluntario.

En estudios más recientes, Ehike y Legare (1993), confirman que las concentraciones altas de taninos condensados (8-11% en la MS) provocan desventajas incluyendo la inhibición de la actividad enzimática, la inhibición de la digestión tanto de los carbohidratos solubles como de la hemicelulosa y la disminución en la palatabilidad, al provocar una reacción astringente en la boca de los animales en pastoreo.

Por lo tanto, no sólo es importante la presencia de taninos condensados sino también las concentraciones a las que se encuentran en los tejidos de las diferentes especies y cultivares de *Lotus* (Kelman y Tanner 1990). En este sentido, varios factores afectan la concentración de los taninos condensados en estas leguminosas.

En primer término, existen diferencias importantes entre los promedios de los porcentajes de dichas sustancias en la materia seca de las diferentes especies. Kelman y Tanner (1990) mostraron los siguientes valores:

*L. pedunculatus*: 5.99%, *L. corniculatus*: 2.09%; *L. tenuis*, 0.12%.

Si bien en *L. pedunculatus* generalmente el contenido de taninos condensados es aceptable, éste aumenta bajo condiciones de estrés y puede causar determinados problemas en los animales. En estudios realizados en Nueva Zelanda se ha encontrado para *L. pedunculatus* niveles entre 5.8% y 9.76%. No obstante, los niveles registrados para esta especie resultaron ser de 1-3% bajo condiciones de alta fertilidad y más de 11% ante situaciones de baja fertilidad.

Con respecto al valor nutritivo, según análisis de laboratorio efectuados por INIA La Estanzuela sobre materiales en estudio en INIA Treinta y Tres, muestran diferencias entre las distintas especies del género *Lotus* sembradas en cobertura. En este sentido, se observa que si bien *Lotus pedunculatus* cv. Maku presenta un elevado contenido en proteína cruda, el porcentaje de digestibilidad de la materia orgánica resulta bajo; comportamiento que como se observa en el cuadro N°2 Anexo, es presentado por la mayoría de las especies que poseen en sus tejidos cantidades importantes de taninos.

Se debe destacar que la metodología estándar aplicada para efectuar los análisis de digestibilidad "in vitro" sólo permite determinar la misma a nivel ruminal. De esta manera en especie como *L. pedunculatus* con niveles importantes de taninos y en los cuales la digestión post-ruminal adquiere gran importancia, la información sobre su calidad puede ser incompleta; ya que normalmente en esta forrajeras se producen procesos nutricionales de compensación.

## 2.3 ADAPTACIÓN DE AMBAS ESPECIES A CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS.

### 2.3.1 Comportamiento de *Lotus* spp frente a factores climáticos.

Este género presenta una destacable plasticidad, por lo que su adaptación a diferentes situaciones le permite a las especies prosperar, aunque con diferentes grados de adaptación, a las condiciones climáticas del país.

### 2.3.1.1 Luz.

La competencia por luz es particularmente importante cuando se trata de las plántulas de las especies del género *Lotus*, ya que estas sufren de manera considerable los efectos negativos de una baja intensidad de luz disponible. Esto sucede tanto cuando sus semillas deben germinar, como cuando sus plántulas se encuentran bajo una vegetación densa, lo cual es muy común en siembras en cobertura cuando no se controla la vegetación residente.

No obstante, Bahocchi y Phillips (1997) trabajando con *L. pedunculatus* y *Trifolium subterraneum* en mezcla simple con festuca bajo una cobertura forestal encontraron que si bien ambas leguminosas respondían a intensidades bajas de luz con un aumento en la longitud de los pecíolos y en las áreas de las hojas, en las situaciones de baja fertilidad, *Lotus* era menos afectado que el Trébol subterráneo.

Asimismo, resulta importante enfatizar el hecho de que los efectos negativos registrados en respuesta a intensidades bajas luz se expresan con mayor destaque cuando las especies del género *Lotus* se encuentran en estado de plántula y expuestas a condiciones lumínicas por debajo de su nivel crítico de supervivencia (Carámbula y Ayala no publicado).

### 2.3.1.2 Temperatura.

Las especies del género *Lotus* presentan en general una gran tolerancia a un rango muy amplio de temperaturas lo cual permite la utilización de estas leguminosas para formar pasturas productivas bajo ambientes muy distintos. Este comportamiento depende del grado de alejamiento de las temperaturas del rango óptimo, del largo del periodo en que este se produce y del estado fisiológico de la planta.

Así, con respecto a esta variable, cuando ocurren temperaturas muy bajas y/o heladas intensas y frecuentes, los procesos de germinación y primer crecimiento de las plántulas de las especies de *Lotus* son seriamente afectados; siendo *L. pedunculatus* la especie más vulnerable a la situación antes mencionada, aunque con diferentes comportamientos según el cultivar considerado. Cuando la siembra ha sido efectuada al voleo en cobertura sobre tapices muy abiertos o en suelos desnudos el efecto negativo del frío es mayor (Carámbula y Ayala no publicado).

En esta especie la parte aérea de las plantas adultas también puede ser afectada por las heladas, muy especialmente cuando éstas se registran luego de un periodo de temperaturas que favorecen un crecimiento rápido y succulento. Sin embargo es muy difícil que ocurra muerte de plantas como sucede en leguminosas tropicales.

Dado que las temperaturas del suelo no descienden tanto como las temperaturas del aire, éstas no resultan limitantes para el crecimiento de las raíces.

No obstante, cuando las temperaturas del suelo son elevadas a muy elevadas, lo cual ocurre en verano, se constata en la parte subterránea una disminución acentuada de carbohidratos de reserva y una reducción en la absorción de nutrientes, lo cual puede afectar la producción de materia seca.

La temperatura del suelo no sólo afecta la actividad de las raíces sino además la actividad fijadora de los nódulos ya que por debajo de 7°C ésta es mínima, de 10°C a 30°C se hace más eficiente y por encima de 30°C se produce la muerte y el desprendimiento de los mismos.

### 2.3.1.3 Humedad.

El exceso de agua que se registra normalmente en el invierno, de manera particular en suelos mal drenados, así como los déficits de agua que ocurren en el país en el verano, generalmente en suelos superficiales, determina la persistencia productiva de las distintas especies del género *Lotus*.

Los períodos de excesiva humedad crean en los suelos un medio ambiente anaeróbico, que altera el comportamiento de las plantas provocando cambios morfofisiológicos, tanto en la parte aérea como en la subterránea.

Estos efectos se registran normalmente con mayor intensidad en las leguminosas, ya que éstas son menos tolerantes al exceso de agua que las gramíneas. Por lo común su crecimiento disminuye a medida que la disponibilidad de oxígeno decrece; registrándose el incremento de ataques de numerosas enfermedades, como resultado de un debilitamiento general de las plantas.

Con respecto al comportamiento de las distintas especies *L. tenuis* se adapta muy bien a suelos con drenaje imperfecto, en los cuales se comporta mejor que *L. corniculatus*, pero su sistema radicular más superficial lo hace más susceptible en suelos con riesgo de desecación estival. Tolerante notablemente períodos prolongados de inundación tanto invernal como estival, produciendo mejor que *L. corniculatus* en la primera condición y mostrando menor pérdida de plantas en la segunda (Vignolio, Maceira y Fernandez, 1994).

Este comportamiento se debería a la presencia de tejidos aerenquimáticos en los órganos de conducción, lo cual permitiría a las plantas de *L. tenuis* enfrentar condiciones de anaerobiosis en las raíces y alcanzar además una recuperación más rápida luego de dichos períodos de estrés.

Por su parte, *L. pedunculatus* prospera muy bien en suelos con condiciones extremas de humedad por excesos hídricos, aceptando niveles mayores de agua que *L. tenuis*. Sin embargo, no soporta inundaciones prologadas.

En realidad, el sistema rizomatoso de *L. pedunculatus* es el factor que contribuye a su habilidad para tolerar suelos húmedos y de mal drenaje, así como inundaciones totales siempre que ocurran por pocos días.

Por otro lado, se reconoce que en general la carencia de humedad provoca alteraciones en la mayoría de los procesos fisiológicos de las plantas e imponen que éstas deban recurrir a estrategias tales como el cierre de los estomas, la reducción del área de evaporación y el ajuste en la presión osmótica.

La baja disponibilidad de agua en el suelo también puede afectar el proceso de simbiosis, viéndose disminuida la formación de nódulos y la actividad de los mismos para fijar nitrógeno.

Resulta muy importante enfatizar que, en cuanto a la competencia por el agua del suelo, *L. corniculatus* y *L. tenuis* son más exitosos que otras especies de *Lotus*, ya que poseen sistemas radiculares pivotantes, ramificados y profundos, los cuales les permiten alcanzar, explorar y utilizar más fácilmente la humedad de los horizontes inferiores.

Por el contrario, *L. pedunculatus* con raíces relativamente superficiales es más susceptible a la falta de agua que las otras especies. No obstante, la presencia de una población elevada de rizomas en la primavera le permite asegurar, según el manejo de defoliación aplicado, aunque con distinto éxito la persistencia a través de los periodos de más baja disponibilidad de agua.

Si bien el crecimiento se detiene como consecuencia de que su sistema radicular superficial sufre ante el primer déficit de agua del suelo, *L. pedunculatus* no sólo sobrevive dichos periodos críticos sino que además se recupera más fácilmente luego de cada lluvia como consecuencia de que el sistema rizomatoso permite a esta especie resistir mejor la sequía que los estolones en trébol blanco (Carámbula y Ayala no publicado).

Por último se debe comprender que ambas situaciones, exceso y carencia de humedad en el suelo, afectan a *L. pedunculatus* en diferente grado de acuerdo con la época del año en que se producen, el lapso en que se registren, la etapa de desarrollo de las plantas en que ocurren y el manejo de defoliación aplicado previamente.

#### 2.3.1.4 Respuesta a las condiciones climáticas de invierno y verano.

- Invierno.

Es de enfatizar el hecho de que las especies del género *Lotus* no presentan en el país reposo invernal completo y como todas las leguminosas de origen Mediterráneo se ven favorecidas por inviernos suaves con buena humedad en el suelo.

Mientras *L. tenuis* muestra durante el invierno una buena resistencia al frío en suelos de drenaje pobre, alcalinos o salinos.

*L. pedunculatus* se destaca precisamente entre las especies de este género utilizadas en el país, por soportar al estado adulto temperaturas bajas y suelos mal drenados y/o encharcados, siempre que ocurran en periodos limitados de tiempo, lo cual le permite ofrecer una mayor producción de forraje que las otras especies en dicha época, la más crítica del año.

- Verano.

*L. tenuis* es la especie más tolerante a la sequía debido a que posee sistemas radiculares profundos muy ramificados, siempre que el suelo permita su desarrollo.

Con referencia a *L. pedunculatus* si bien es la especie perenne más perjudicada por la falta de humedad, soporta bien las altas temperaturas y como ya se ha puntualizado previamente presenta una respuesta rápida frente a las lluvias de verano, recuperándose prontamente sin dificultades.

### 2.3.2 Comportamiento de *Lotus* spp frente a factores edáficos.

#### 2.3.2.1 Acidez del suelo (pH).

Las especies de este género toleran suelos ácidos con niveles bajos de pH (4.5-5.2) condiciones éstas no aceptadas por otras especies de géneros de leguminosas domesticadas de clima templado.

En suelos con pH bajo el género *Lotus* presenta una menor absorción de aluminio y manganeso, así como una mayor eficiencia no sólo en la absorción de fósforo sino también en los mecanismos internos de transporte de este nutriente en la planta.

Dentro del género *Lotus*, *L. pedunculatus* es la especie que muestra mayor habilidad para crecer en suelos ácidos, debido a su tolerancia a niveles altos de aluminio, admitiendo pH más bajos que cualquier otro de los *Lotus* sembrados en el país.

El mecanismo propuesto para explicar la tolerancia a niveles elevados de aluminio por parte de *L. pedunculatus* es la baja capacidad de intercambio de sus raíces, la cual reduce la precipitación de la pectina de la raíz por acción del aluminio (Blamey et al, 1990).

Marco, et al (1995) encontraron que al igual que otras leguminosas *L. pedunculatus* se ve afectado por la presencia de manganeso por lo que esta especie no se debe sembrar en zonas donde es dable de esperar toxicidad por este elemento.

### 2.3.2.2 Fertilidad del suelo.

La fertilidad, puede ser fácilmente modificada ya sea por la elección del sitio donde se incluirá una determinada especie, o por el agregado de nutrientes mediante la aplicación de fertilizantes.

- Fósforo.

Los requerimientos en fósforo por parte de las leguminosas son básicos no sólo para impulsar su buen crecimiento y desarrollo, sino también para favorecer un proceso activo y eficiente de nodulación.

Debido a que el género *Lotus* presenta una alta eficiencia para utilizar el fósforo del suelo y teniendo en cuenta que el insumo más costoso en la implantación y manejo de las pasturas es el fertilizante, la utilización de especies de este género permite la aplicación de dosis moderadas de fósforo de dicho nutriente al no requerir cantidades altas del mismo.

Ello se debería a que el género *Lotus* presenta, además de sistemas radiculares que exploran mejor el suelo, una mayor eficiencia en la absorción y transporte de este mineral hacia los sitios activos de crecimiento.

Por consiguiente, es posible afirmar que las especies del género *Lotus* poseen una gran habilidad para competir por la normalmente limitada disponibilidad de nutrientes, en especial del fósforo.

Sin embargo, existen diferencias entre las distintas especies de *Lotus*. Así *L. corniculatus* se comporta mejor que *L. pedunculatus* a niveles bajos de fósforo. (Schachtmary Kelman, 1991), ya que en esta última especie, a medida que descende la fertilidad del suelo, la calidad nutritiva sería menor y la severidad de las heladas se haría mayor.

En las leguminosas, la fertilización inicial con fósforo en el momento de la siembra resulta ser fundamental para concretar una población adecuada de plántulas desde el arranque, tanto en número como en vigor.

Aún cuando el suelo posea un porcentaje adecuado de fósforo, las plántulas de *Lotus* revelan que son capaces de responder en forma lineal, a un incremento de este nutriente en el momento de la siembra.

Acuña (1985) observó en un suelo que contenía 12 ppm, que si bien el agregado de fósforo a razón de 75, 150 y 300 kg./ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no afectó la población de plántulas, llegó a provocar incrementos lineales en el forraje producido, no sólo en el primer corte sino en el forraje acumulado en 3 cortes al finalizar el año de instalación.

- Nitrógeno.

En el género *Lotus*, este nutriente se puede utilizar, con muchas precauciones, ya que su efecto puede ser estimulante o inhibitorio según la época de aplicación, la dosis y la fuente utilizada.

En el caso de decidirse su utilización el mismo podrá ser aplicado junto a las semillas particularmente cuando sea necesario acelerar el proceso de nodulación en los casos de siembras tardías y/o en suelos pobres. En estas circunstancias la dosis mayor podría ser de 15-20 kg./ha de nitrógeno, ya una dosis de más 30kg/ha puede afectar seriamente la nodulación, a la vez que, seguramente aumentará la competencia por parte de la vegetación residente.

- Azufre.

El azufre parece ser un nutriente importante cuya deficiencia podría afectar el comportamiento de las leguminosas en general y en particular al género *Lotus*. (Reymaert y Carámbula; 1961; Carámbula, 1962).

Ello se debe a que los cultivos ricos en proteínas, como lo son las leguminosas forrajeras, presentan requerimientos altos en azufre debido a que este elemento juega un rol muy importante en la constitución de dichas sustancias, principal aporte que estas plantas realizan incrementando el valor nutritivo de las pasturas.

## 2.4 PROCESOS BASICOS DETERMINANTES DE LA IMPLANTACION.

Se entiende por implantación o establecimiento de una especie o una pastura, todos los sucesos que se registran entre la germinación y el desarrollo final de las plántulas a las 10-12 semanas de vida.

Esta fase finaliza cuando la planta se independiza de las reservas maternas de la semilla y se hace totalmente capaz de obtener sus propios productos orgánicos complejos a partir de la fotosíntesis, pudiendo competir con los individuos que la rodean (Plummer, 1943; Wellington, 1966; Whalley, 1966; Muslera y García, 1983).

De todas las leguminosas cultivadas en el país, el género *Lotus* es el más lento en establecerse, lo que acarrea numerosas dificultades como consecuencia de que el vigor inicial de las plántulas es muy pobre, con una emergencia nada agresiva y con una baja capacidad de competencia en los estados tempranos de desarrollo.

Dicho bajo vigor inicial y por lo tanto la baja competitividad por parte de las plántulas, ha sido siempre destacado como uno de los mayores inconvenientes que afectan tanto a las siembras programadas de pasturas como a las resiembras de todas las especies del género *Lotus* (Foy y Barber, 1961; Twamley, 1967; Mc Kersie et al, 1981; Hur y Nelson, 1985).

#### 2.4.1 El Proceso de Germinación.

La germinación indica el inicio del crecimiento activo del embrión, que resulta en la ruptura de la cubierta seminal (Koller, 1962; Copeland, 1976).

Este proceso implica una serie de cambios morfológicos, anatómicos y citológicos que ocurren en el embrión en un periodo comprendido entre la maduración morfológica y la ruptura de las cubiertas seminales (Wellington, 1966) y concluye cuando la radícula se hace visible y tiene un determinado tamaño ( McWilliam et al., 1966).

Las condiciones del suelo a la siembra afectan la velocidad y el porcentaje de germinación, siendo normalmente mayor en los suelos que presentan restos vegetales, que en aquellos que ofrecen superficie desnuda (Dowling et al, 1971; Acuña et al, 1999). Esta es la consecuencia de que los restos vegetales favorecen la presencia de un microambiente tal, que mantiene porcentajes mayores de humedad en contacto con la semilla.

En este sentido y con respecto a las condiciones de humedad del suelo, el proceso de germinación de *L. corniculatus*, *L. tenuis* y *L. pedunculatus* es afectado en forma similar por la disponibilidad hídrica.

El primer estadio de la germinación es la imbibición de la semilla seca como resultado de la absorción de agua a través de aberturas naturales en el tegumento.

Dicho proceso de imbibición consta de 3 fases:

- 1) Fase de imbibición pasiva rápida. Se da a través de un proceso de carácter físico, en el que el agua se difunde a través de los tejidos, hidratando el protoplasma y ocasionando el ablandamiento de las cubiertas de la semilla.
- 2) Fase de transición. Se produce un enlentecimiento de la tasa de absorción como resultado de la disminución de la diferencia entre el potencial hídrico de la semilla y el del suelo.
- 3) Fase de crecimiento. Ocurre en semillas viables no dormidas y coincide con la emergencia radicular, comenzando a actuar los mecanismos activos de absorción (Hagon y Chan, 1977; Taylarson y Hendricks, 1977).

El proceso de imbibición consiste en que los tejidos del endosperma y del embrión absorben agua, siendo esta actividad mayor en el germen que en el endosperma, al poseer el primero mayor actividad celular.

Dicha hidratación permite poner en funcionamiento activo las enzimas y hormonas responsables de producir (a partir de las sustancias almacenadas en los cotiledones) no sólo el catabolismo sino también la translocación al embrión de carbohidratos y proteínas ( Zanoniani, 1998 com. pers.).

Para que la semilla germine y emerja lo más rápido y parejo posible debe absorber agua a lo largo de su superficie. Sólo así comienza el proceso de división celular, con lo que inicia el crecimiento del embrión.

No obstante, en las semillas existen áreas específicas de absorción de agua, localizadas en el hilio y en el micrópilo, todo lo cual demuestra la importancia del área de contacto semilla-suelo para que se produzca la germinación (Harper, 1966 ; Sheldom, 1976).

La primera división celular importante ocurre en la radícula la cual emerge y se hace visible al romper la coleorriza.

#### 2.4.2 La etapa de desarrollo de la Plántula.

A grandes rasgos se distinguen 3 fases:

- 1) Heterotrófica.
- 2) Transicional.
- 3) Autotrófica.

##### 1) Fase Heterotrófica.

Esta fase incluye la germinación y emergencia tanto de la radícula como de las primeras hojas, la cual se prolonga hasta el comienzo de la actividad fotosintética.

Durante esta fase, el embrión depende de la transferencia de las reservas para su crecimiento, desde los cotiledones (leguminosas) y desde el endosperma (gramíneas), lo que determina en cierta medida que en ésta fase la plántula sea independiente de los nutrientes del medio (Qualls y Cooper, 1968).

El crecimiento inicial de la plántula del género *Lotus* presenta Germinación Epígea.

Este tipo de germinación Epígea es característico de las leguminosas forrajeras: el hipocotilo se alarga y eleva a los cotiledones sobre el terreno, mientras que la radícula debe penetrar al suelo desde el lugar que se encuentra la semilla (Bula, 1974; Carámbula, 1977; Moses, 1983).

Se debe recordar que las semillas de las leguminosa forrajeras son exalbuminadas, al no presentar reservas perceptibles fuera del embrión. Sus cotiledones son quienes acumulan cantidades importantes de diferentes tipos de reserva y se hacen fotosintéticamente activos inmediatamente después de su emergencia desde las cubiertas seminales.

La importancia de los cotiledones en estas especies radica en que el aporte temprano de productos de la fotosíntesis se completa con la utilización de las reservas para el desarrollo inicial del área foliar, lo cual acelera el crecimiento de la plántula, haciendo que su implantación sea más rápida (Qualls y Cooper, 1968; Cooper, 1977).

Una vez superada la etapa de germinación y emergencia, cobra fundamental importancia la penetración radicular en el suelo, siendo el fracaso de este proceso uno de los factores que explicaría muchas de las fallas que se registran en la introducción de especies en el tapiz (Campbell, 1968; Mc William et al. 1970).

## 2) Fase Transicional.

En esta fase, la plántula obtiene los recursos necesarios para el crecimiento a partir de la fotosíntesis, utilizando simultáneamente las reservas aún disponibles. Esta fase culmina cuando se agotan las reservas de la semilla (Cooper, 1977) y puede considerarse como la más crítica en el proceso de establecimiento.

Asimismo, la capacidad de los cotiledones para fotosintetizar en etapas muy tempranas otorga a las leguminosas una ventaja metabólica importante, al permitir una más rápida transición al estado autótrofo (Dowling et al. 1971).

## 3) Fase Autótrofica.

Una vez que las reservas seminales son completamente utilizadas, se considera que la planta es totalmente autótrofa.

Su habilidad para establecerse y competir con las plantas del tapiz nativo u otras plántulas, dependerá de su vigor y de los efectos del ambiente sobre el crecimiento temprano (Cooper, 1977).

La implantación es el periodo comprendido entre la siembra y hasta 2 o 3 meses después, debiéndose considerar que el stand de plantas sobrevivientes hasta este momento será el que sostendrá la producción de la pastura en el futuro (Campbell y Swain, 1973; Carámbula, 1977).

El porcentaje de implantación es un estimador para ajustar las densidades a las que deberán sembrarse las diferentes especies para lograr las poblaciones que mejor se ajusten a cada situación particular (Allan y Chápman, 1987; Risso, 1991; Olmos, 1991).

La duración de cada una de las tres fases dependerá de las características propias de cada especie y de las condiciones ambientales existentes en cada lugar durante el periodo de implantación (Olmos, 1991). De todas las leguminosas domesticadas, *L. pedunculatus* es una de las más lentas para implantarse (Amstrong, 1974).

## 2.5 EFECTO DE LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS SOBRE EL PROCESO DE IMPLANTACIÓN.

Las condiciones ambientales en siembras sobre el tapiz son más severas que las que ocurren en siembras convencionales en las cuales las semillas son enterradas. En la primera situación, la semilla se encuentra desprotegida siendo muy sensible, a los efectos adversos de los factores climáticos.

El efecto de los elementos climáticos no sólo es variable por su irregular distribución a diferentes escalas espaciales y temporales, sino que además es relativizado por su interacción con otros factores del medio ambiente.

### 2.5.1 Temperatura.

La temperatura es uno de los factores ambientales de mayor importancia en la regulación de la germinación y el crecimiento posterior de las plántulas.

Las semillas no sólo poseen un límite superior (máximo) y otro inferior (mínimo) de temperatura para su germinación, sino que también responden a ciclos específicos de fluctuaciones estacionales o diarias

En las plantas cultivadas, las temperaturas límites y el rango de tolerancia son característicos de cada especie, pero pueden fluctuar entre las variedades utilizadas (Cooper y Qualls, 1968).

Por lo general, la velocidad de germinación aumenta en función directa con la temperatura.

No obstante, las temperaturas óptimas son aquellas más favorables tanto para la germinación de las semillas como para el crecimiento de las plántulas; incluyendo el rango en que germina el mayor número de semillas, y en la cual las plántulas resultantes crecen a las velocidades más altas, (Gastó, 1980; Begon et al. , 1990)

Mientras las semillas de plantas forrajeras originarias de zonas templadas pueden germinar y desarrollarse dentro de un rango de temperatura de 0 a 35°C, las de estación cálida, de origen tropical o subtropical, presentan un rango de 7 a 45°C.(Carámbula, 1977; Langer, 1980; Chapleton et al. , 1986).

El efecto de la temperatura sobre la implantación interactúa con la disponibilidad de agua durante el mismo período. La respuesta plástica de las diferentes especies a la temperatura sugiere que la instalación de las poblaciones sembradas en cobertura estaría más severamente controlada por condiciones de estrés hídrico que por temperaturas extremas; siendo este efecto más marcado sobre la germinación, especialmente bajo las temperaturas extremas.

En las condiciones del país, la temperatura no sería limitante para las forrajeras templadas, dados los amplios rangos de tolerancia que éstas muestran. Su influencia sería más evidente en la determinación de los aspectos cuantitativos del crecimiento inicial, afectando la tasa a la que se producen los diferentes procesos fisiológicos (Begon et al.,1990; Risso ,1991)

### 2.5.2 Luz.

Además de ser una fuente de energía para las plantas es también uno de los medios a través de los cuales pueden detectar la situación del medio ambiente en el que la forrajera esta creciendo.

La fotomorfogénesis comprende todos los procesos dependientes de la luz, distintos de la fotosíntesis, que intervienen en el desarrollo y crecimiento de las plantas; pudiendo citarse entre ellas la germinación, el macollaje, el crecimiento de las hojas, el alargamiento de los entrenudos y la síntesis de clorofila. La respuesta de las plantas no se restringe sólo a la presencia o ausencia de luz, sino que de acuerdo a la intensidad, duración y composición espectral de la luz recibida, se pueden originar diferencias en su tamaño, su estructura y su comportamiento fisiológico.

Debido a la influencia de otros factores del medio ambiente sobre la calidad e intensidad de la luz finalmente percibida en condiciones de campo, se debe relativizar los datos provenientes de ensayos realizados en condiciones controladas.

Este comportamiento revela la extrema sensibilidad de los sistemas fotomorfogénicos que regulan la respuesta de los vegetales a la luz (Carámbula y Ayala, no publicado).

El control de la germinación se ejerce por una reacción fotoquímica en la que interviene el fitocromo localizado en el embrión de las leguminosas.

La forma Pfr del fitocromo es la bioquímicamente activa, por lo que para que la germinación se produzca, la semilla debe recibir luz con una alta proporción de longitudes de onda del rojo. Cambios en la calidad de luz recibida provocan un desplazamiento de la reacción revertiendo el Pfr a Pr interrumpiéndose la germinación.

Las semillas morfológicamente inmaduras pueden no responder al estímulo luminoso por una insuficiente concentración de fitocromo en los meristemos (Cátedra de Fisiología Vegetal, 1989).

La dormancia inducida por los cambios de la luz filtrada a través del mantillo se asocia entre otros factores a la prevalencia de la forma Pr del fitocromo en la semilla; habiéndose determinado que poblaciones de plántulas sometidas a un intenso sombreado y que no logran alcanzar una exposición normal a la luz, muestran altas tasas de mortalidad (Heidecker, 1973; Deregibus, 1982).

En la germinación y etapas tempranas de establecimiento, la plántula utiliza las reservas de la semilla dependiendo su crecimiento posterior de la producción de carbohidratos y otros materiales que resultan de la fotosíntesis.

Bula (1974) concluye que las ganancias de peso en leguminosas tienen una relación directa con la intensidad luminosa en un rango comprendido entre 8000 y 32000 lux. La duración del fotoperíodo también es importante. Este mismo autor encontró que la acumulación de restos secos en plantas de leguminosas se incrementa drásticamente al pasar de periodos de 8 a 20 horas de iluminación, siendo la respuesta más evidente a partir de dos semanas post-germinación.

En conclusión, es importante resaltar que en condiciones de suministro adecuado de agua, la alternancia de temperaturas en un determinado rango específico, interactuando con la intensidad de luz y el fotoperiodo, determina no sólo la eventual germinación de las semillas y de su establecimiento, sino también la velocidad con la que lo hacen y el ritmo de crecimiento de las plántulas resultantes.

### 2.5.3 Relaciones hídricas.

Como ya ha sido establecido, las condiciones para el establecimiento en cobertura son más severas que las que soportan las semillas que son enterradas. Una de las razones más importantes de esta diferencia son las rápidas fluctuaciones que se registran en las condiciones de humedad y en la disponibilidad de agua en el micro ambiente donde se encuentra la semilla.

La cantidad de agua disponible es el factor principal en todo el proceso de implantación, ya que la semilla deberá embeberse, germinar e introducir la radícula en el suelo, para comenzar luego el crecimiento radicular (Harper y Benton, 1966).

La variabilidad en la disponibilidad de agua en el microambiente de la semilla determina, que a esa escala los períodos favorables para una rápida imbibición sean de corta duración contribuyendo a acentuar la aleatoriedad de los resultados obtenidos. Harper y Benton (1966), afirman que el tamaño relativo de la semilla constituye una característica que influye en la capacidad de adaptación de las diferentes especies a distintos ambientes.

Así, sugieren que las semillas pequeñas se adaptan a ambientes abiertos, ya que al poseer escasas reservas tendrían un lento crecimiento inicial lo que las haría susceptibles a la competencia. Sin embargo, estas semillas tendrían una muy buena relación área seminal: área de contacto con el suelo, lo que aseguraría una rápida germinación al minimizar las pérdidas de agua durante la imbibición.

En las semillas grandes dicha relación será menor por lo que la superficie expuesta a la atmósfera será relativamente grande. Entonces el riesgo de desecación será mayor y sus requerimientos de agua serán altos durante períodos prolongados (Black, 1959; Collis-Yeorge y Héctor, 1966; Heidecker, 1972).

Además de ser la fuente primaria de agua, las lluvias ejercen una serie de efectos sobre las semillas sembradas sobre el tapiz (Dowling y Robinson, 1976). Así, el control de la germinación por las lluvias se ha detectado en especies con inhibidores solubles en agua localizada en las cubiertas seminales.

*La presencia de esos compuestos es de gran valor adaptativo en especies con altos requerimientos de agua, ya que sólo por encima de un valor de lluvias crítico, los inhibidores podrían ser removidos siendo entonces posible la germinación, una vez que la semilla se ha embebido. (Koller et al. 1962; Koller, 1964; Heiduker, 1972; Cátedra de Fisiología Vegetal, 1989).*

En cuanto a las necesidades de agua para la germinación existen diferencias importantes entre especies.

En general, las leguminosas requieren niveles de humedad menores que las gramíneas ya que no sólo la imbibición es más rápida, sino que alcanzan en menor tiempo un contenido más alto de agua (Mc William et al, 1970). Este comportamiento indicaría la adaptación mayor de las leguminosas para germinar en ambientes con niveles de humedad restringidos. Por otra parte, también dentro de las familias existen diferencias en su comportamiento. Así los tréboles requieren, en general, mayores niveles de humedad que alfalfa y *Lotus*. Por ello cuando más temprano en otoño se siembre una pradera con condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa, más se verán favorecidas especies tales como alfalfa y *Lotus*.

#### 2.5.4 Efectos de la temperatura, el agua y la luz sobre la nodulación.

Según Gibson (1967), la formación de nódulos puede realizarse en un rango de temperaturas del suelo definido entre 7 y 33°C, mientras que con temperaturas menores a 12°C a nivel de la parte aérea, ese proceso se retarda.

La combinación de estrés hídrico y bajas temperaturas afecta diferencialmente a las cepas de inoculantes, por lo que promueve el predominio de nodulaciones inefectivas por parte de las poblaciones ya existentes (Coll, 1991).

En lo que se refiere al efecto de la luz se ha encontrado (Frioni, 1990), que luz con predominio de RL disminuye la nodulación, retresándose también la producción de nódulos con fotoperíodos menores a 4 horas.

#### 2.6 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROCESO DE NODULACION.

Los rizobios son bacterias que residen en el suelo o son introducidas al mismo conjuntamente con la semilla proliferando en nódulos que se forman en las raíces como respuesta a la infección que estos producen al penetrar por sus pelos radiculares.

Entre las leguminosas y los rizobios se establece una simbiosis o sea una relación de beneficio mutuo: las bacterias utilizan el nitrógeno gaseoso y a través de la enzima nitrogenasa lo convierten en amoníaco.

Dicho amoníaco es posteriormente incorporado por la planta en forma de aminoácidos, los cuales son transportados y asimilados por éstas, las que a su vez, le suministran carbohidratos como fuente de energía previamente originados en la fotosíntesis.

Para el caso de *Lotus*, a igual que otras leguminosas que se siembran en el país, se alcanzan cifras en el entorno de 30 kg/ha de nitrógeno fijado por tonelada de materia seca producida. Consecuentemente, si un cultivo de *Lotus* produce 6000 kg de materia seca por hectárea, el aporte de la F.B.N. (Fijación Biológica de Nitrógeno) es de 180 kg de nitrógeno por hectárea, equivalente a unos 390 kg/ha de Urea (46-0-0).

### 2.6.1 Los rizobios y el medio ambiente.

García et al (1994), trabajando bajo las condiciones ambientales de La Estanzuela, detectaron una variación estacional clara y consistente en la F.B.N. con valores máximos en invierno y mínimos en verano; debiéndose destacar que los rizobios que nodulan con el género *Lotus* son tolerantes a la acidez del suelo, acompañando así a este destacable mérito que poseen también las especies de este género.

Dichos autores también determinaron que en Uruguay con la excepción del verano y principios de otoño, las leguminosas obtienen el 90% del nitrógeno de la atmósfera mediante la asociación leguminosa-rizobio.

En tal sentido de acuerdo con la información disponible, la temperatura óptima para la fijación de nitrógeno por parte de los nódulos sería de 22°C y temperaturas por encima y por debajo de ella, afectarían más al proceso de fijación, que al del crecimiento de la leguminosa (Hoglund y Brock, 1978).

### 2.6.2 Importancia de la Inoculación.

Todas las especies del género *Lotus* muestran respuestas importantes a la inoculación.

Ningún suelo del Uruguay presenta rizobios específicos y eficientes de ninguna especie de este género, o simplemente su presencia es tan escasa que no ha podido ser detectada. Por lo tanto, la introducción de cepas seleccionadas y la concentración necesaria en íntimo contacto con la semilla, constituye una acción imprescindible y por consiguiente ineludible.

En algunas ocasiones se ha sugerido las ventajas de incrementar la cantidad recomendada de inoculante.

Al respecto, en Nueva Zelanda *L. pedunculatus*, ha respondido en forma favorable al ser elevada progresivamente la dosis de inoculante hasta cinco veces la recomendada (Chapman et al, 1990); lo que promovió un aumento en el número de plantas noduladas, un mayor crecimiento de ellas y un incremento en la sobrevivencia invernal de las mismas.

Esta respuesta al incremento de rizobios junto a la semilla resulta de especial interés, como se ha enfatizado particularmente, en *L. pedunculatus*, dado que en esta especie el desarrollo completo de un sistema efectivo de fijación de nitrógeno puede llevar más de un año, período mucho mayor que en las otras especies de *Lotus*.

Las especies de rizobios capaces de nodular *Lotus* spp. pertenecen a los grupos *Rhizobium loti* y *Bradyrhizobium* spp., existiendo una relativa especificidad entre las especies de *Lotus* y las de los simbiosistas. Mientras *L. corniculatus* y *L. tenuis* forman asociaciones efectivas preferentemente con cepas de crecimiento rápido, *L. subbiflorus* y *L. pedunculatus* lo hacen con cepas de crecimiento lento.

Estos grupos de rizobios se diferencian en que si bien ambos forman colonias en extracto de levadura-manitol, la velocidad en que lo hacen es diferente.

Así mientras el primer grupo bajo condiciones controladas, demora 2-3 días en formar colonias, el segundo tarda 5-7 días (Wacek, 1994).

Por consiguiente mientras *L. corniculatus* y *L. tenuis* presentan nódulos a las pocas semanas después de la siembra, *L. pedunculatus* lo hace mucho después.

Por otra parte, si bien el grupo *Rhizobium* produce medio ácido, el grupo *Bradyrhizobium* produce medio básico, lo cual le permite sobrevivir mejor y sin problemas en suelos fuertemente ácidos.

### 2.6.3 El proceso lento de nodulación de los *Lotus spp.*

En el género *Lotus*, el proceso de nodulación es lento y es afectado por factores tanto genéticos (especie) como ambientales (climáticos, edafológicos y de manejo) y sus interacciones.

Con referencia al comportamiento diferente presentado por las distintas especies de este género, (factores genéticos) Brock (1973) y Acuña (1999) han demostrado precisamente que el mecanismo de fijación de nitrógeno por parte de los nódulos en *L. pedunculatus* y *L. subbiflorus* es poco eficaz en las primeras etapas de crecimiento; habiéndose confirmado que en *L. pedunculatus* el desarrollo completo de dicho mecanismo se alcanza después de un año del establecimiento de las plántulas.

Teniendo en cuenta la lentitud del proceso de nodulación, típico en estas leguminosas, se sugiere la utilización de dosis bajas de nitrógeno a la siembra (15-20 kg./ha/N) tendientes a cubrir la fijación inicial tardía de dicho nutriente por parte de los rizobios asociados a estas especies.

Sin embargo, Williams (1988) opina que el proceso de nodulación en las especies del género *Lotus* comienza cuando las plántulas desarrollan su primera hoja verdadera.

### 2.6.4 Antagonismos entre rizobios de las distintas especies.

Al sembrar cualquier especie de *Lotus* se debe tener en cuenta los antecedentes del potrero, ya que la introducción previa de una especie de este género distinta de la que se va a implantar, puede causar problemas de nodulación en la especie a ser introducida. De esta manera es muy posible que se presenten dificultades en el proceso de formación de nódulos como consecuencia de la competitividad por parte de las cepas residentes en el suelo.

Si bien, como ya ha sido expresado el género *Lotus* presenta dos grandes grupos relacionados a las asociaciones simbióticas con cepas de rizobios de crecimiento rápido y lento respectivamente (Brockwell et al., 1962; Smith et al., 1987; Wacek 1994; Brockwell et al., 1994); también existirían cepas capaces de nodular en ambos grupos (Brockwell et al. 1994). En tal sentido, según un trabajo de Pérez y Labandera, com. pers., existen algunas cepas como la NZP2037=U261 de crecimiento rápido que nodula efectivamente a las cuatro especies de *Lotus* citadas, como se observa en el Cuadro N° 3, Anexos.

Sin embargo, pueden presentarse inconvenientes entre varias especies particularmente en la siembra de *L. subbiflorus* en suelos que hayan albergado *L. corniculatus* y viceversa, en la siembra de *L. tenuis* en suelos con historia previa de *L. subbiflorus* y *L. pedunculatus*, y en la siembra de *L. pedunculatus* en suelos con antecedentes de *L. corniculatus* o *L. tenuis*.

En consecuencia, según sus características simbióticas, las citadas especies de *Lotus* se pueden reunir en dos grupos:

GRUPO 1	GRUPO 2
<i>L. corniculatus</i>	<i>L. subbiflorus</i>
<i>L. tenuis</i>	<i>L. pedunculatus</i>

Los rizobios efectivos en las especies del grupo 1 generalmente son inefectivas en las especies del grupo 2.

#### 2.6.5 Específicos y Eficiencia.

La mayoría de las leguminosas son huéspedes específicos, es decir que pueden ser noduladas sólo por algunas cepas de rizobios. Además para algunas leguminosas como *Lotus*, existen cepas que difieren en la eficiencia, es decir en la cantidad de nitrógeno fijado.

La especificidad y la eficiencia de las diferentes cepas de rizobios son dos aspectos relevantes a la hora de elegir el inoculante, al igual que lo es la historia de la chacra.

#### 2.6.6 Capacidad dadora de Nitrógeno del Género *Lotus*.

No se ha encontrado diferencias importantes entre las principales leguminosas que se siembran en el país incluyendo Alfalfa, *Lotus* y Tréboles, las que pueden fijar alrededor de 30 kg/ha de nitrógeno por cada tonelada de materia seca producida en el año. Dichas cantidades son similares a las obtenidas en otras partes del mundo con rendimientos de leguminosas comparables (García et al 1994).

Asimismo, se ha observado que tanto *Lotus spp.* como *Trifolium spp* producen cantidades similares de materia orgánica.

Las diferencias que se han encontrado entre ambos géneros se deben a la presencia de taninos condensados en los tejidos de *Lotus*, el cual presenta una liberación más lenta de nitrógeno que la de otras leguminosas como los tréboles, debido a que ante la presencia de dichas sustancias la degradación de la materia orgánica se hace más lenta.

En cuanto a la demanda por parte de las gramíneas asociadas, la leguminosa deriva con mas eficiencia el nitrógeno que produce por fijación, cuando se encuentra precisamente asociada, a una gramínea que cuando se encuentra pura.

Esto se debe a que la presencia de la gramínea disminuye el nitrógeno presente en el suelo a través de una mayor eficiencia de utilización y por lo tanto aplaca la inhibición que el exceso de nitrógeno produce sobre la actividad de los rizobios (Gregerson et al, 1994).

## 2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA EXPRESIÓN DEL VIGOR DE LA PLÁNTULA.

### 2.7.1 Vigor inicial.

El mayor problema que presenta el género *Lotus* es su lenta implantación, debido al característico bajo vigor inicial de sus plántulas.

Los estudios realizados sobre la fisiología del vigor inicial de las plántulas de *Lotus*, sugieren que existirían al menos cuatro factores inherentes a las semillas y a las plántulas de estas especies los cuales serían responsables de fijar dicho carácter: tamaño de semilla, velocidad de expansión de los cotiledones, velocidad de expansión de las primeras hojas y tasa de fotosíntesis.

Sin embargo los mecanismos que afectarían el vigor de las plántulas de *Lotus* no han sido bien comprendidos (Mujica y Rumi, 1994).

En este sentido, mientras los estudios sobre tamaño de semilla han sido objeto de numerosos trabajos con distintos resultados, a veces contradictorios, los estudio sobre los otros tres factores no son concluyentes.

De todas maneras, la falta de un buen vigor inicial que caracteriza a las plántulas de *Lotus* puede hacerse más evidente cuando los factores ambientales no contribuyen a crear las condiciones más apropiadas para una rápida respuesta a la germinación y al primer crecimiento de las plántulas.

### 2.7.2 El tamaño de las semillas.

De los cuatro factores citados anteriormente que afectan el vigor inicial de las plántulas, el tamaño de semilla ha sido el más estudiado y el más relacionado con el vigor inicial.

Esta característica ha sido observada entre cultivares, entre lotes de cultivares y aun dentro de un mismo lote. En este sentido las semillas más grandes presentarían una elongación mayor, por parte del hipocotilo lo que conduce a plántulas más vigorosas y por lo tanto no sólo a un mejor establecimiento en el campo, sino también a una mayor entrega de forraje al primer año (Henson y Tayman, 1961; Twanley, 1967; Mc Kersie et al, 1981).

El mayor vigor de las plántulas procedentes de semillas más grandes estaría asociado a un incremento en la tasa de acumulación de materia seca a medida que crece el hipocotilo.

Ello sería la consecuencia de un volumen elevado de reservas en los cotiledones y de una habilidad superior para utilizar una cantidad mayor de las mismas por parte del hipocotilo de la plántula en desarrollo.

Al respecto, Fenner (1983) demostró que las semillas más grandes tienen una relación mayor parte aérea/raíz, y sugiere que en esta situación la prioridad inicial sería más a captar luz que a obtener nutrientes minerales.

Por otro lado, estudios realizados Grossy Werner (1982) en una misma pastura en zonas con diferentes porcentajes de suelo desnudo (67%, 11%, 0,8%) demostraron que mientras las especies de semilla grande lograban implantarse bajo las tres condiciones de densidades contratantes, aquellas de semilla pequeña se establecían sólo en las zonas menos densas. Estos autores observaron también que las plántulas provenientes de semilla de tamaño pequeño eran más tardías y débiles y por lo tanto más expuestas a sucumbir frente a condiciones de estrés. Por último el tamaño de la semilla también resulta ser muy importante bajo condiciones de sequía, ya que las semillas más grandes presentan una extensión más rápida de su radícula, con lo que enfrentan más fácilmente la falta de humedad.

No obstante los conceptos expresados, ellos no serían tan claros como puede pensarse, ya que a pesar de que muchos estudios han encontrado una correlación positiva entre tamaño de las semillas y vigor inicial, en otros estudios los registros no son tan claros.

En este sentido se ha llegado a registrar contradicciones (Li y Hill, 1989) ya que en este comportamiento intervendrían no sólo aspectos genéticos, sino también aspectos ambientales que ocurren tanto durante la maduración, la cosecha y la trilla, como durante el almacenamiento y la germinación de las semillas. En resumen, Mc Kersie y Tomes (1982) han concluido que el tamaño de las semillas no sería un buen predictor confiable, ni del vigor ni del establecimiento exitoso de las plántulas.

Finalmente, Pasisi et al(1995) sugieren que si bien el tamaño o peso de la semilla es un componente del vigor de la plántula y de la velocidad de germinación, en realidad no sería un carácter determinante absoluto de ambos parámetros, por lo que existirían otras variables involucradas en fijar dicho atributo.

## 2.8 MANEJO INICIAL DEL MEJORAMIENTO.

El principal objetivo en el año de instalación de cualquier mejoramiento debe ser dirigido a lograr el establecimiento de una pastura altamente productiva y bien equilibrada. Para ello será necesario fijar periodos de pastoreo y de protección de pastoreo alternados, los cuales son esenciales para que se cumpla sin inconvenientes el proceso de implantación de la población total de plántulas.

Por ello, el verdadero pastoreo en el año de instalación debe ser restringido a un período primaveral relativamente corto (mediados de agosto-fines de octubre) con lo que se contemplaría las necesidades de disponer de un período de implantación extendido (abril-julio) mediante pastoreos iniciales muy controlados y las de un período de floración-semillazón adecuados (fines de octubre-principios de enero).

Con estas medidas se cumpliría con el objetivo de favorecer la implantación del *Lotus* introducido y evitar una dominancia por parte del tapiz natural.

#### 2.8.1 Pautas para el manejo en el año del establecimiento.

- Promover un mejoramiento denso, vigoroso y longevo.
- Favorecer un balance apropiado entre las especies introducidas y el tapiz natural.
- Controlar las especies agresivas tanto las nativas como las sembradas.
- Evitar pastoreos con niveles extremos de sequía y humedad.
- Pastorear con categorías livianas cuando las plántulas no puedan ser arrancadas al tirar con la mano.
- No pastorear con lanares.
- Favorecer descansos para recuperar en las plantas las sustancias de reservas adecuadas que permitan la concreción de rebrotes rápidos luego de los pastoreos.
- Permitir niveles altos de semillazón para que la pastura se resiembre naturalmente.

#### 2.8.2 Manejo inmediato a la siembra.

Normalmente, durante y por poco tiempo después de la siembra se mantendrán animales en la pastura. En algunos casos resulta primordial la permanencia de los mismos a los efectos de eliminar la competencia de la vegetación residente. Asimismo, la permanencia de altas cargas después de la siembra y hasta tanto las semillas no hayan germinado permiten un mejor contacto semilla-suelo, lo cual favorecerá la implantación de la especie introducida.

En tapices aún en pleno crecimiento el pastoreo debería hacerse hasta tanto las leguminosas hallan desarrollado dos hojas verdaderas y siempre que no lleguen a ser arrancadas por los animales.

En esta circunstancia se debe tener en cuenta que si bien el pisoteo asociado a altas cargas en suelos con extrema humedad puede afectar la población de plántulas, su función puede ser de todas maneras positiva en tapices muy agresivos.

Bien se sabe que los primeros pastoreos tienen por finalidad asegurar la instalación y la prosperidad de las plántulas, controlando no sólo la competencia por parte del campo natural y de las especies precoces sembradas, sino también estimulando la formación de nuevos tallos en las leguminosas, lo que conducirá a una pastura densa y vigorosa.

### 2.8.3 Pastoreo moderado de *Lotus* en primavera.

Normalmente no se recomienda pastorear hasta que se aproxime la primavera cuando los *Lotus* presenten una buena disponibilidad de forraje y se encuentren enraizados adecuadamente.

Si se calcula adecuadamente la dotación es posible que desde la salida del invierno el mejoramiento se puedan utilizar hasta niveles de disponibilidad moderados, sin riesgos en la productividad posterior.

En este sentido, es preferible mantener la pastura a disponibilidades no menores a 1000 kg/ha MS.

Es importante que la dotación sea ajustada periódicamente con la finalidad de alcanzar la mejor utilización, en especial en épocas de crecimiento rápido cuando pueden darse sensibles superávits.

En tal sentido, la pastura deberá manejarse de forma tal que ingrese al periodo estival vigorosa y con sistemas radiculares eficientes, lo que le permitirá enfrentar la competencia de gramíneas estivales y déficits hídricos.

Si se ha logrado el éxito en la implantación de la pastura esta podría ser utilizada sin contraindicaciones durante parte de la primavera (Ayala y Carámbula, 1995), aunque deberá preverse un período destinado a la semillazón, especialmente a fines de esta estación.

Promover y mantener en forma íntegra el periodo de floración-semillazón, debe ser uno de los objetivos básicos e imprescindibles en el primer año si se desea favorecer la longevidad del *Lotus* en el mejoramiento.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

En el presente estudio se realizó la evaluación de diferentes cultivares de 2 especies del género *Lotus* en mejoramientos de campo; Experimento 1 *Lotus pedunculatus* y Experimento 2 *Lotu tenuis*.

#### 3.1 UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS DEL SUELO Y LA VEGETACIÓN RESIDENTE.

El trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Unidad experimental "Paso de la Laguna", perteneciente a la Estación Experimental del Este, departamento de Treinta y Tres. Ubicación: Latitud 33° Sur, Longitud 54° Oeste.

El experimento fue ubicado sobre la unidad de suelos La Charqueada, tipo de suelo Solods Melánicos, caracterizado por una secuencia de Horizontes A-B-Bt-C.

Horizonte A espesor 7 a 30 cm, textura Fr L.

Horizonte B espesor 10 a 20 cm, textura Fr L

Horizonte B2t espesor 30 a 70 cm, textura Fr Ac L/Ac L

Horizonte C textura Ac L/ Fr AC L

El análisis de suelo se presenta en el cuadro N° 1.

Cuadro N°1: Análisis de suelo de la unidad La Charqueada.

PH	Materia Orgánica (%)	P Bray (ppm)	C.I.C.
5.3 a 5.8	3.5 a 5.8	1.6	15 meq/100grs

La pastura en la cual se intersembró los cultivares de *Lotus* a ser evaluados esta compuesta por gramíneas estivales, la gran mayoría cespitosas, con la presencia de gramilla y malezas.

La producción de forraje es bastante pobre, arrojando una cifra promedio del campo natural de 1.5 tt/ha MS por año. Esta producción no parece tan pobre si se compara con otros suelos de la zona. Sin embargo, estudiando la composición botánica en este rendimiento, se encuentra que la incidencia de malezas es del 25%, lo que afecta negativamente y en forma importante el valor forrajero manejado.

De tener que definir las condiciones y estado de la pastura al inicio de los experimentos es posible afirmar que se trata de un campo restablecido en el cual se plantó arroz antes de 1990 y presenta actualmente un tapiz relativamente abierto.

#### 3.2. CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

Es importante conocer las condiciones climáticas en que fueron llevados a cabo los experimentos debido a la variabilidad que existe entre años, esto permitirá obtener un mejor análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Por este motivo se incluye a continuación datos de precipitaciones, temperaturas máximas mínimas mensuales y número de días con heladas, tanto para el año de desarrollo de los experimentos como para el período 1972-1999. Los mismos fueron recabados en la Estación Meteorológica Palo a Pique de INIA Treinta y Tres (Figuras 1, 2, 3 y 4).

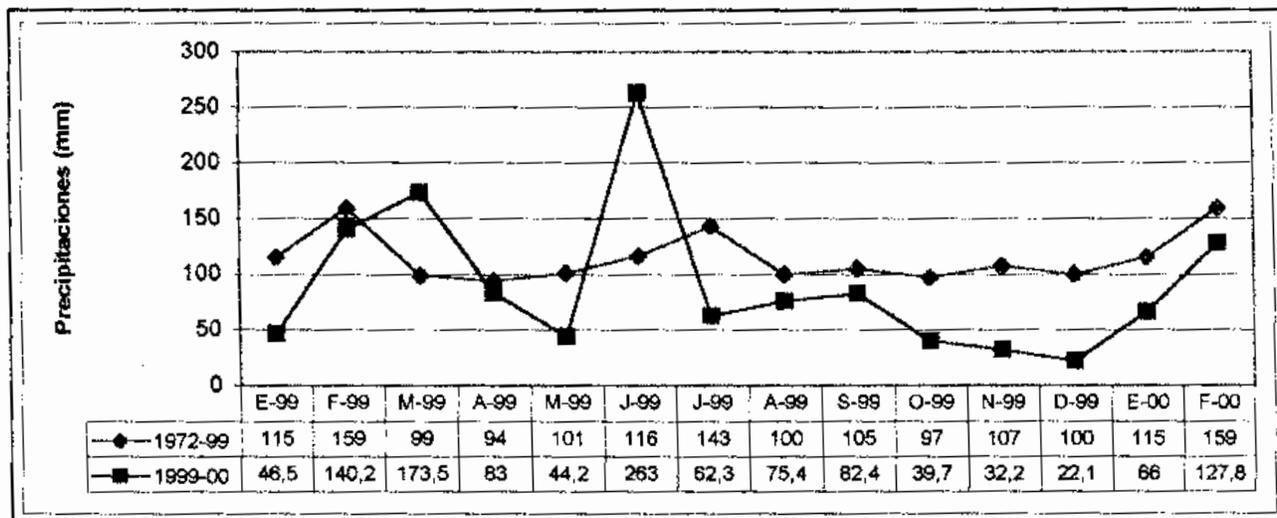


Figura N°1. Precipitaciones mensuales registradas en el año de siembra (1999) y para la serie 1972-1999.

A la información brindada en la Figura N°1 resulta importante agregar el total de las precipitaciones ocurridas en 1999 y el promedio del período 1972-1999.

- Año de siembra: 1064.5 mm
- Período 1972-1999: 1337.0 mm

Del análisis de los datos de precipitación surge que para el año de siembra los registros se encontraron por debajo del promedio (el registro para dicho año fue un 30% menor que el promedio histórico), y a su vez las lluvias estuvieron mal distribuidas a lo largo del año habiéndose presentado la primavera particularmente seca.

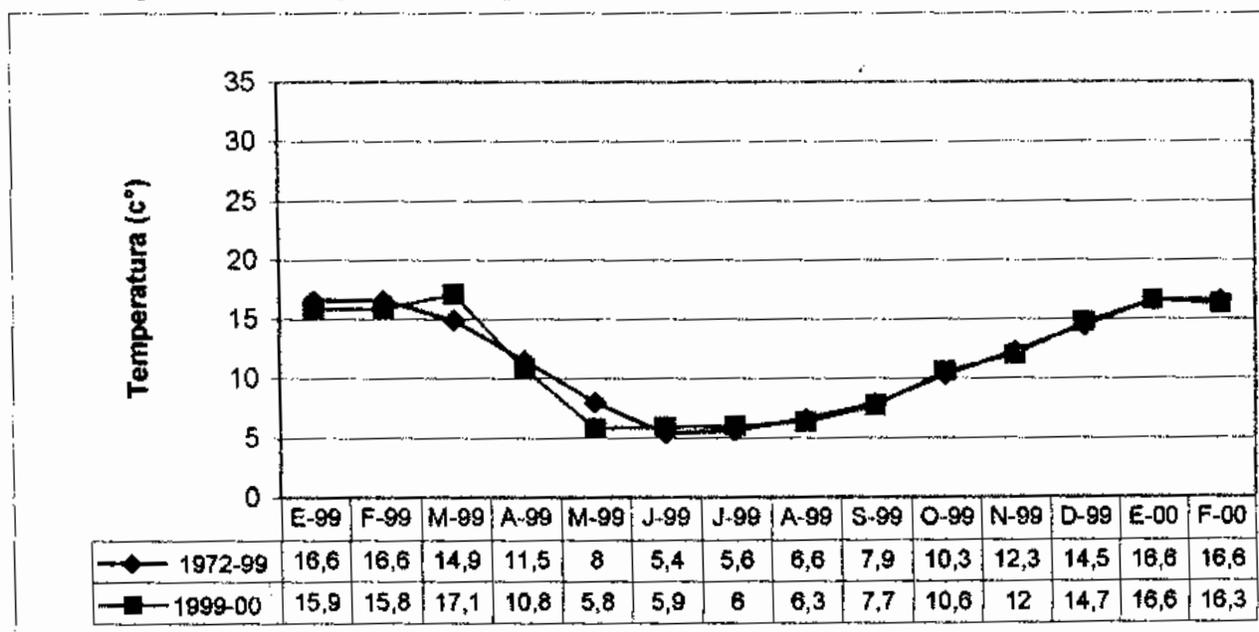


Figura N° 2. Temperatura mínima del aire (promedio mensual) para el año de siembra(1999) para la serie 1972-1999.

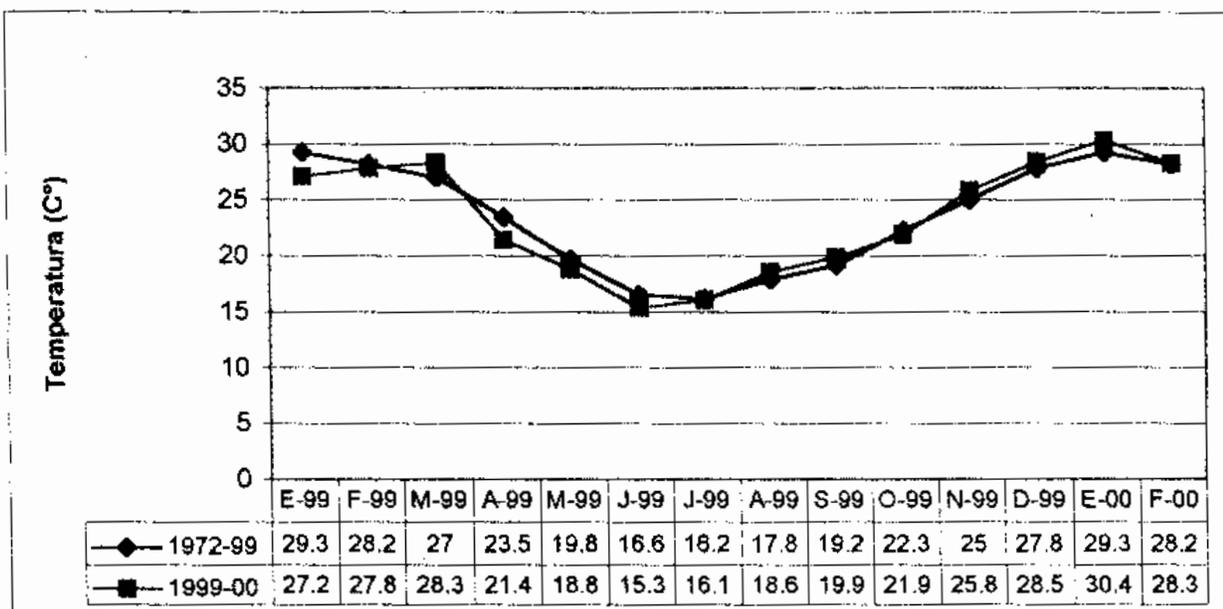


Figura N°3. Temperatura máxima del aire (promedio mensual) para el año de siembra (1999) y para la serie 1972-1999.

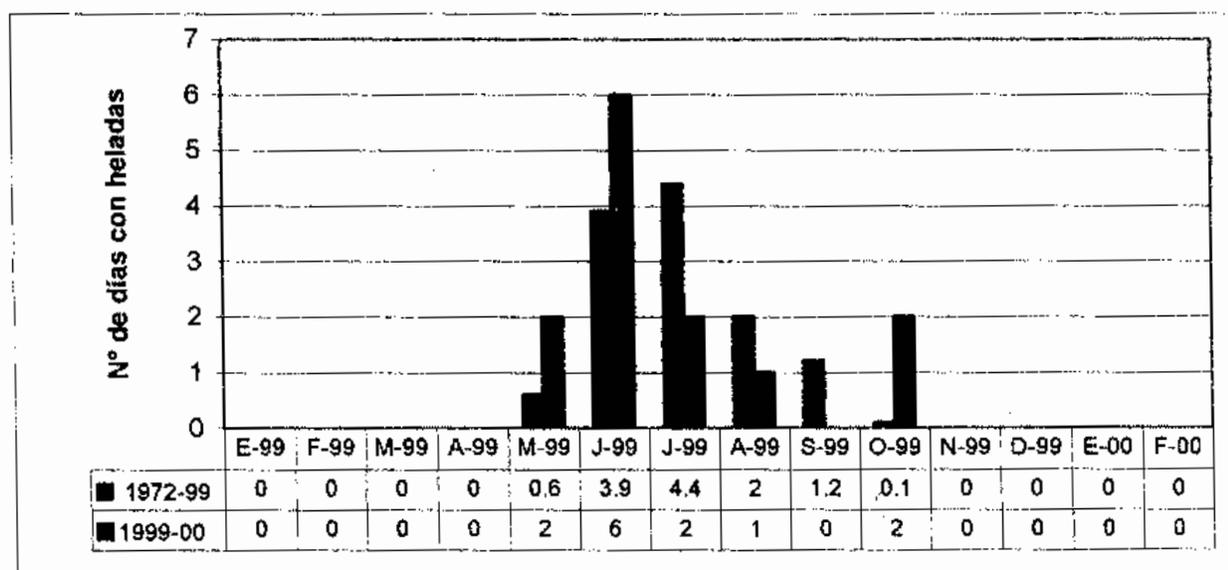


Figura N°4. Número de días con ocurrencia de heladas para el año de siembra (1999) y la serie 1972-1999.

En las Figuras 2, 3 y 4 se presentan las temperaturas mínima y máxima mensuales y el número heladas para la serie histórica 1972-1999 y para el año de siembra (1999) respectivamente. Como puede observarse en el mes de mayo del año de siembra la temperatura mínima del año registrada fue menor al promedio, lo cual se reflejó en el elevado número de heladas registradas. Sin embargo, en el período junio-octubre la temperatura mínima del aire fue similar para 1999 que para la serie 1972-1999, pero el número de heladas registradas fue diferente. Mientras que para los meses de junio y octubre dicho registro fue superior al promedio, para los meses de julio, agosto y setiembre ocurrió lo contrario.

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.

El diseño experimental fue en Bloques al Azar, con cuatro repeticiones, en parcelas de 2x5 metros (10m<sup>2</sup>), con un área destructiva a cada lado de 0.5 m (2.5 m<sup>2</sup>).

La siembra fue realizada el 3/5/99, en cobertura al voleo, con una densidad de 5 kg/ha para *L. pedunculatus* (Experimento 1) y 15 kg./ha para *L. tenuis* (Experimento 2), evaluándose los distintos cultivares correspondientes a ambas especies junto a *L. corniculatus* (San Gabriel) como cultivar referente o control sembrado a 15 kg./ha y por lo tanto común para ambos experimentos.

Los tratamientos consistieron en cinco cultivares de cada especie evaluados, más el control.

<i>L. pedunculatus</i>	<i>L. tenuis</i>
cv Don Celedonio	cv Angostura
cv FAD 9715	cv Chajá
cv FAD 9945	cv Larrañaga
cv LE 627	cv Matrero
cv Maku	cv Toba

Las semillas fueron previamente escarificadas con tela esmeril. La fertilización inicial fue con 40 kg./ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de fosforita (0/14-28/0).

El manejo de ambos experimentos así como las determinaciones realizadas siguieron las pautas indicadas en el Protocolo particular de cada especie, y con procedimientos estandar.

### 3.4 DETERMINACIONES.

A los efectos de conocer el comportamiento de los distintos cultivares bajo estudio, durante su implantación se realizaron distintas determinaciones conducentes a caracterizar el crecimiento inicial de las plántulas así como el rendimiento de forraje del componente *Lotus* del mejoramiento (Lotus + Campo Natural) en el año de siembra.

#### 3.4.1 Censo de población.

Se realizó un muestreo para *L. tenuis* el 15/9/99 y para *L. pedunculatus* el 23/9/99, mediante el método Mc Intyre, el cual tiene como objetivo mejorar la precisión en la determinación de la media de cada parcela. Este consistió en tirar al azar en las zonas destructivas de cada parcela, un rectángulo de 0.5 m de largo por 0.1 m de ancho y observar en cada tirada 3 puntos. Estos se clasificaron de acuerdo con la densidad de las poblaciones registradas, por apreciación visual, en tres poblaciones: Alta, Media y Baja para cada tirada.

Las muestras consistieron en 6 cubos de 0.10x0.10x0.10 m, en cada parcela, registrada en el siguiente orden:

Tirada	Población
1ra.	Bajo
2da.	Medio
3ra.	Alto
4ta.	Bajo
5ta.	Medio
6ta.	Alto

Cada muestra obtenida se proceso en el laboratorio retirando la tierra a mano y con agua de manera cuidadosa de no dañar las plántulas y de esta manera no dañarlas para realizar en ellas determinaciones que se mencionan a continuación.

#### 3.4.2 Crecimiento inicial de las plántulas (precocidad).

Al nivel de laboratorio se procedió a realizar las siguientes determinaciones en cada cultivar.

- Tallos promedio desde la corona(n°).
- Plantas con tallos axilares(n°).
- Longitud promedio del tallo más largo desde la corona (cm)
- Altura máxima y mínima de los tallos (cm).
- Rango de altura entre máxima y mínima(cm) calculado.
- Plantas noduladas (n°)
- Peso seco promedio por plántula (g.) calculado.

#### 3.4.3 Apreciación Visual.

Se realizaron evaluaciones por apreciación visual el 28/10/99 para estado general tanto para *L. tenuis* como para *L. pedunculatus* y el 23/11/99 para tolerancia a la sequía.

Para ello se utilizó una escala de 1 a 5 correspondiendo el 1 excelente, 2 muy bueno, 3 bueno, regular y 5 malo, esta escala hace referencia a estado de desarrollo, vigor y sanidad de las plántulas.

#### 3.4.4 Rendimiento de Forraje.

Los datos registrados comprendieron los rendimientos de un corte efectuado al final del ciclo (03/01/00) y un corte al final del período de sequía (13/06/00), una vez que el contenido de agua del suelo se había normalizado y las plantas ya se encontraban recuperadas.

El corte del 03/01/00 fue realizado en cuadros de 0.20x0.50 m, con tijera eléctrica dejando un rastrojo de 1cm; habiéndose registrado la siguiente información:

- Altura en pie del mejoramiento (cm).
- Rendimiento total (verde + seco o muerto) del componente *Lotus* del mejoramiento(kg./ha MS).
- Rendimiento de la fracción verde de *Lotus* (kg./ha MS).

- Rendimiento de la fracción seca o muerta de *Lotus* (kg./ha MS).
- Rendimiento total del mejoramiento: *Lotus* + Campo Natural (kg./ha MS).

El corte del 13/06/00 fue realizado con una cuchilla frontal de 1 m de ancho x 5 m de largo, dejando un rastrojo de 2-3 cm; habiéndose registrado la siguiente información:

- Rendimiento post-sequía del componente *Lotus* del mejoramiento (kg./ha MS).
- Rendimiento post-sequía total del mejoramiento: *Lotus* + Campo Natural (kg./ha MS).

Estas determinaciones se realizaron sobre 3 repeticiones, ya que una de ellas fue eliminada por no cumplir con los requisitos para ser incluida en la de este parámetro, al presentarse prácticamente perdida por mal estado.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se realizó análisis estadístico de las mediciones realizadas para determinar la implantación, el estado general, producción de forraje y producción de forraje pos-sequía.

Este se realiza con el paquete estadístico "S.A.S." (Statistics Analysis System). El método utilizado para separación de media de los tratamientos fue la prueba de Mínima Diferencia Significativa "M.D.S." con un grado de significancia del 5%.

Dentro de la medición de variables correspondientes a la Implantación, se realizaron ciertas transformaciones a las mismas para poder hacer un mejor análisis estadístico. Las variables sujetas a dichas transformaciones son:

- Número de plántulas
- Tallos promedio desde la corona(n°).
- Plantas con tallos axilares(n°).
- Plantas noduladas (n°)

Debido a esto el valor cuantificado del D.M.S. para estas variables no se pudo obtener para los datos originales (tomados a campo), pero sí para los datos transformados.

Con respecto al nivel de significancia se utilizó un 5%, el cual no fue estricto ya que algunas variables presentaban diferencias significativas entre 5 y 10% y fueron aceptadas por su valor agronómico, como diferencias significativas entre cultivares.

\* 0-1%

\*\* 1-5%

\*\*\* 5-10%

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A los efectos de conocer el comportamiento de los distintos cultivares de *L. pedunculatus* y *L. tenuis* durante su implantación, se realizaron las siguientes determinaciones, todas ellas conducentes a caracterizar el crecimiento inicial de las plántulas de cada cultivar así como el rendimiento de forraje de sus respectivas pasturas durante el primer año.

### 4.1 EXPERIMENTO 1: *LOTUS PEDUNCULATUS*

#### 4.1.1 Censo de población de plántulas de los diferentes cultivares.

El cuadro 1 y anexos 1 y 2 muestran que hubo diferencias significativas ( $p < 0.0121$ ) entre las poblaciones registradas de los diferentes cultivares de *L. pedunculatus* y la población de *L. corniculatus* cv. San Gabriel, con excepción del cultivar LE 627 el cual no presentó diferencias con esta especie. A su vez el cultivar Maku mostró una tendencia a poseer la menor población de plántulas (Figura 1), aunque no presentó diferencias significativas con los demás cultivares de *L. pedunculatus*.

Cuadro 1. Número plántulas/0.01m<sup>2</sup>.

Cultivar	Media			
San Gabriel	12.66	a		
LE 627	10.91	a	b	
Don Celedonio	8.75		b	C
FAD 9945	7.16		b	C
FAD 9715	5.66		b	c
Maku	3.58			c

CV=19.41

Nivel de significancia (\*\*)

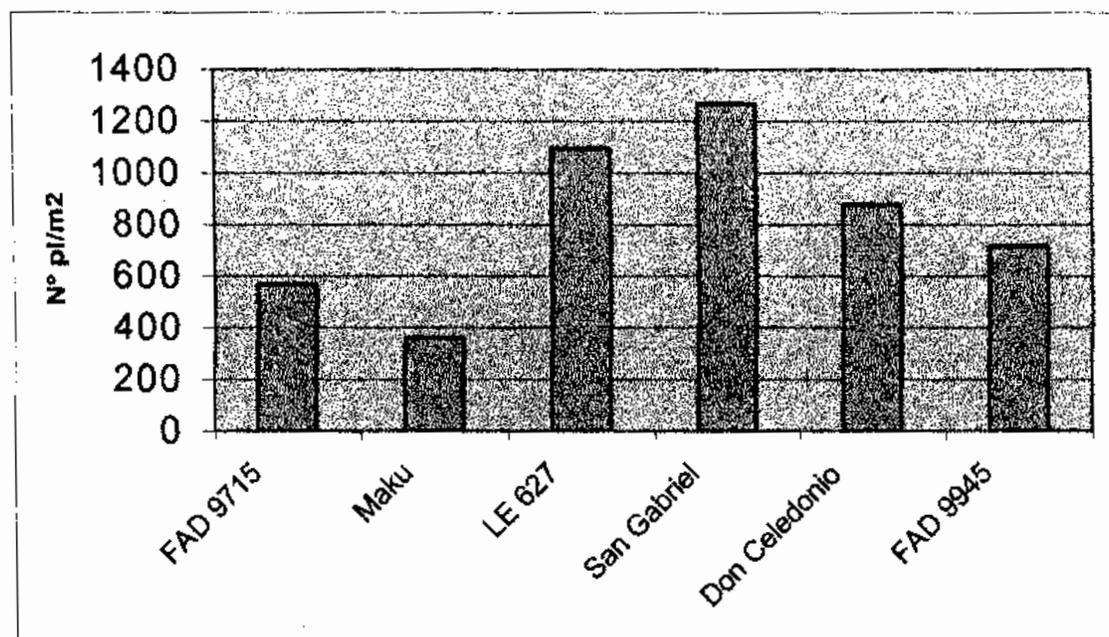


Figura 1. Número de plántulas/m<sup>2</sup>.

Si bien las densidades de siembra fueron ajustadas al 100% de acuerdo con el poder germinativo de las distintas procedencias, las poblaciones registradas habrían sido afectadas particularmente por el número de semillas por kg. de cada procedencia, determinado por el peso individual de las semillas y además por numerosos factores ambientales indeterminados, que normalmente afectan los procesos de germinación y establecimiento de las plántulas.

El comportamiento presentado por *L. pedunculatus* cv Maku, con el mayor peso individual de su semillas por ser tetraploide y su tendencia a presentar la menor población, confirmaría las razones aquí puntualizadas (Forde, 1974).

#### 4.1.2 Caracteres de las plántulas que determinan su crecimiento inicial (precocidad).

##### 4.1.2.1 Número de tallos promedio a partir de la corona.

De acuerdo con el cuadro 2 y los anexos 3 y 4, en este parámetro no existieron diferencias entre los cultivares estudiados al nivel de significancia fijado (5%).

Cuadro 2. Número de tallos promedio a partir de la corona/plántula.

Cultivar	Media	
Maku	5.25	A
Don Celedonio	4.41	A
FAD 9715	4.15	A
San Gabriel	3.58	A
FAD 9945	3.20	A
LE 627	3.16	A

CV=12.28

Nivel de significancia (NS)

##### 4.1.2.2 Número de plántulas con tallos axilares.

Del cuadro 3 y anexos 5 y 6, surge que no existieron diferencias significativas en el número de plántulas con tallos axilares, entre las especies y cultivares, al nivel de significancia establecido (5%).

Cuadro 3. Número de plántulas con tallos axilares

Cultivar	Media	
LE 627	5	a
San Gabriel	3.5	a
FAD 9715	3.16	a
Don Celedonio	3.08	a
FAD 9945	2.91	a
Maku	2.66	a

CV=24.88

Nivel de significancia (NS)

Este comportamiento indicaría que las plántulas de ambas especies, *L. corniculatus* y *L. pedunculatus*, poseen la misma capacidad para crecer inicialmente desde la corona, con un número similar de meristemos.

El hecho de que la determinación en la citada variable fue efectuada en plantas de más de seis meses, demuestra que estas especies poseen en general un sistema de desarrollo inicial restringido (Foy y Barber, 1961; Twamley, 1967; Mc Kersie et al, 1981; Hur y Nelson, 1985), como consecuencia de la presencia de un número limitado de meristemos en la corona. Dado que, para este parámetro el coeficiente de variación fue bajo 12.28, ello estaría indicando que dicho carácter es apreciablemente uniforme tanto para ambas especies como para los cultivares estudiados.

La uniformidad presentada por ambas especies y cultivares en cuanto a los parámetros estudiados, número de tallos promedio a partir de la corona y número de plantas con tallos axilares, así como las bajas cifras registradas en los mismos, son las causantes principales del pobre vigor inicial de estas especies (*Carámbula com. pers.*), lo cual las conduce a una lenta implantación.

#### 4.1.2.3 Longitud promedio del tallo más largo desde la corona.

Como se observa en el cuadro 4 y anexo 7, del análisis de esta variable surge que *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *L. pedunculatus* cv. Maku presentaron una longitud promedio de su tallo más largo estadísticamente superior ( $p < 0.0788$ ) a los demás cultivares. Esta similitud entre dichos cultivares indica que el carácter del cv. Maku (tetraploide) le permite alcanzar un mayor crecimiento de sus tallos aéreos que el resto de los cultivares de esta especie, igualando al cv. San Gabriel de reconocida relativa precocidad dentro del género *Lotus* (figura 2).

Cuadro 4. Longitud del tallo más largo (cm).

Cultivar	Media		
San Gabriel	7,6	a	
Maku	7,53	a	
Don Celedonio	6,38	a	b
LE 627	6,28	a	b
FAD 9715	6,2	a	b
FAD 9945	4,65		b

CV=21.23

Nivel de significancia (\*\*\*)

DMS=2.06 cm

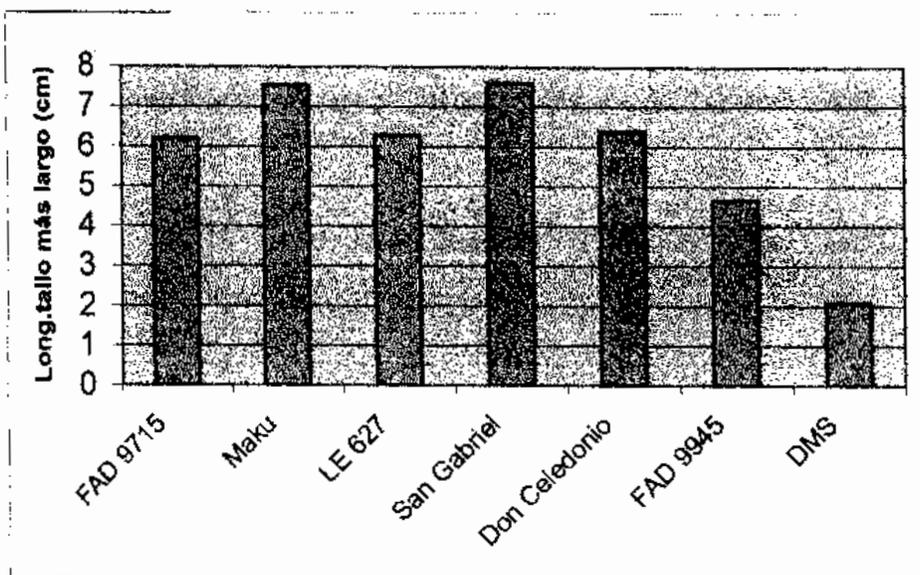


Figura 2. Longitud del tallo más largo (cm).

A pesar de dicha similitud, el hábito postrado que presenta el cv. Maku durante gran parte del año, impide considerar a simple vista las ventajas de este atributo para definir los momentos de pastoreo. No obstante, el mismo otorga a las plantas una mayor capacidad para cubrir el suelo, característica muy importante que favorece, desde el principio de su desarrollo, la destacable capacidad de este cultivar sobre el resto de otros cultivares de esta especie para competir con el tapiz natural y/o las especies sembradas en forma asociada al mismo.

Por otra parte, este carácter permite al cv. Maku, permanecer con un área foliar remanente mayor luego de los pastoreos, lo cual podría favorecer rebrotes más rápidos.

#### 4.1.2.4. Altura Mínima de los tallos de las plántulas.

En el análisis de esta variable, cuadro 5 y anexo 8 no se detectó diferencias significativas entre cultivares a un nivel de significancia del 5%, lo cual atestigua el hecho de que en ambas especies y en todos los cultivares considerados en este estudio, el crecimiento desde la corona podría haber cesado en forma prácticamente simultánea. Aparentemente este comportamiento podría deberse a los efectos negativos ejercidos por la sequía registrada en dicha época.

Cuadro 5. Altura Mínima (cm).

Cultivar	Media	
Maku	5	a
Don Celedonio	4,75	a
FAD 9715	4,41	a
San Gabriel	3,91	a
LE 627	3,87	a
FAD 9945	3,25	a

CV=28.95

Nivel de significancia (NS)

#### 4.1.2.5. Altura Máxima de los tallos de las plántulas.

Como se observa en el cuadro 6 y anexo 9, del análisis de esta variable surge que *L. corniculatus* cv. San Gabriel presentó una altura significativamente superior ( $p < 0.0245$ ) sobre los cultivares de *L. pedunculatus* en cuanto a este carácter; sin existir diferencias significativas entre estos últimos (figura 3).

Cuadro 6. Altura Máxima (cm).

Cultivar	Media	
San Gabriel	10,95	a
LE 627	8,75	b
Maku	8,37	b
FAD 9715	8,12	b
Don Celedonio	8,08	b
FAD 9945	6,83	b

CV= 16.79

Nivel de significancia (\*\*)

DMS=2.15 cm

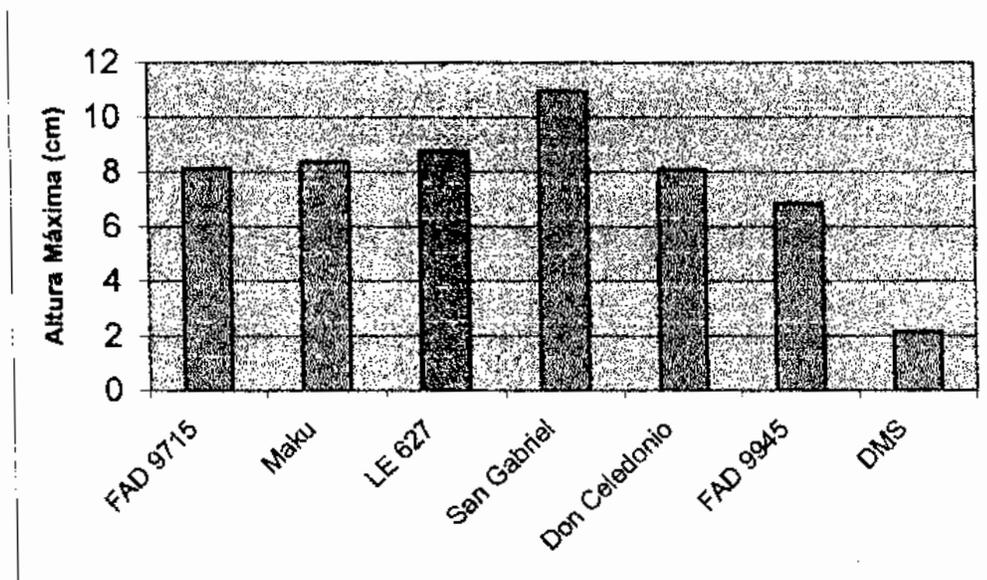


Figura 3. Altura Máxima Promedio (cm).

Estos resultados demuestran una vez más el destacable crecimiento inicial de *L. corniculatus* sobre *L. pedunculatus*, lo cual permite a dicha especie competir con mayor éxito que las otras especies del género *Lotus*, bajo condiciones limitadas de luz.

En síntesis, los resultados de los análisis de las variables: altura mínima y máxima promedio de los tallos, así como del rango de diferencias entre ambas, mostraron que mientras la altura mínima no presentó diferencias significativas entre las distintas procedencias estudiadas, la altura máxima, ofreció diferencias significativas ( $p < 0.0245$ ) a favor de *L. corniculatus* cv. San Gabriel. A pesar de no existir diferencias netas entre los distintos cultivares de *L. pedunculatus*, cv. LE 627 y cv. Don Celedonio mostraron una tendencia a presentar, respectivamente, rangos mayores y menores al resto de los cultivares de esta última especie.

4.1.2.6. Diferencia entre las alturas máximas y mínimas en los tallos (calculada).

De los datos presentados en el cuadro 7 y anexo 10, surge que *L. corniculatus* cv. San Gabriel mostró poseer una diferencia significativa ( $p < 0.0007$ ) mayor entre las alturas máximas y las mínimas de los tallos.

Cuadro 7. Diferencias entre las alturas máximas y mínimas de los tallos (cm).

Cultivar	Media		
San Gabriel	7,04	a	
LE 627	4,87	b	
FAD 9715	3,7	b	c
FAD 9945	3,58	b	c
Maku	3,37	b	c
Don Celedonio	3,33		c

CV=23.6

Nivel de significancia (\*)

DMS=1.53 cm

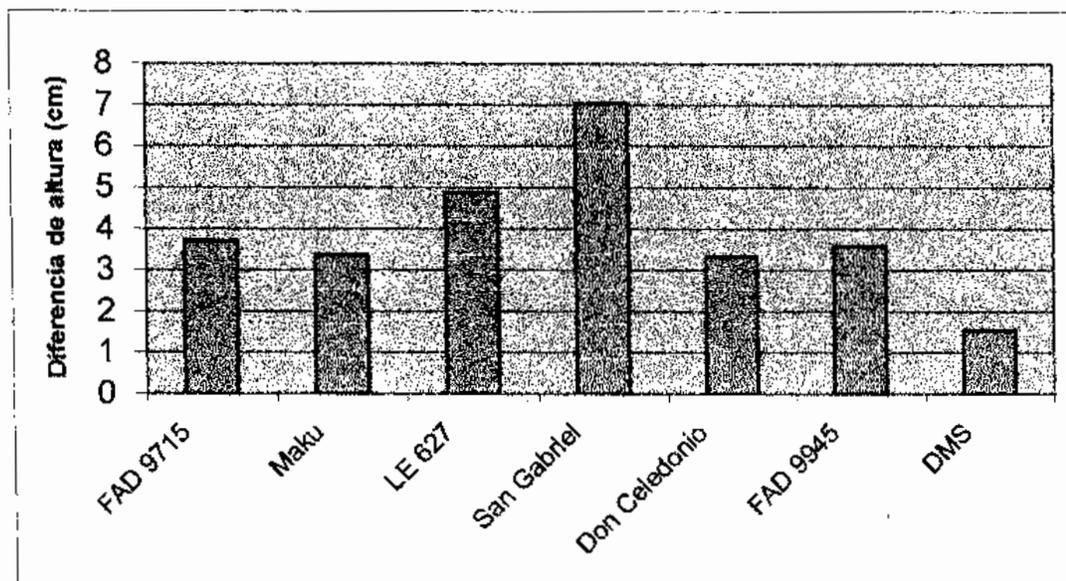


Figura 4. Diferencias entre las alturas máximas y mínimas de los tallos (cm).

Cuando se considera los cultivares de *L. pedunculatus* se constata la existencia de una tendencia del cv. LE 627 a presentar un rango mayor que los otros cultivares en este parámetro, mientras que el cv. Don Celedonio mostró una tendencia a poseer el rango menor (figura 4).

La mayor o menor amplitud o rango entre ambas alturas resulta ser un índice interesante, para caracterizar el estado actual de una canopia referido a la actividad de formación de respectivos tallos desde la corona.

Por consiguiente, es muy posible que se pueda sostener que mientras la gran mayoría de los cultivares de *L. pedunculatus* hayan detenido la formación de nuevos tallos frente a la falta de humedad, la tendencia del cv. LE 627 y muy particularmente *L. corniculatus* cv. San Gabriel fueron capaces de continuar con diferentes grados este proceso, entrada dicha restricción ambiental.

#### 4.1.2.7. Número de Plántulas noduladas efectivamente.

Como se observa en el cuadro 8 y anexo 11 y 12, del análisis de esta variable surgen diferencias significativas ( $p < 0.0223$ ) entre especies, donde *L. corniculatus* cv. San Gabriel presentó un número mayor de plántulas noduladas que la gran mayoría de los cultivares de *L. pedunculatus* con excepción del cultivar Don Celedonio.

Cuadro 8. Número de plántulas noduladas/0.01m<sup>2</sup>.

Cultivar	Media		
San Gabriel	10.91	a	
Don Celdonio	7.33	a	b
LE 627	7.16		b
FAD 9945	6.0		b
FAD 9715	4.33		b
Maku	3.33		b

C.V. = 19.91

Nivel de significancia (\*\*)

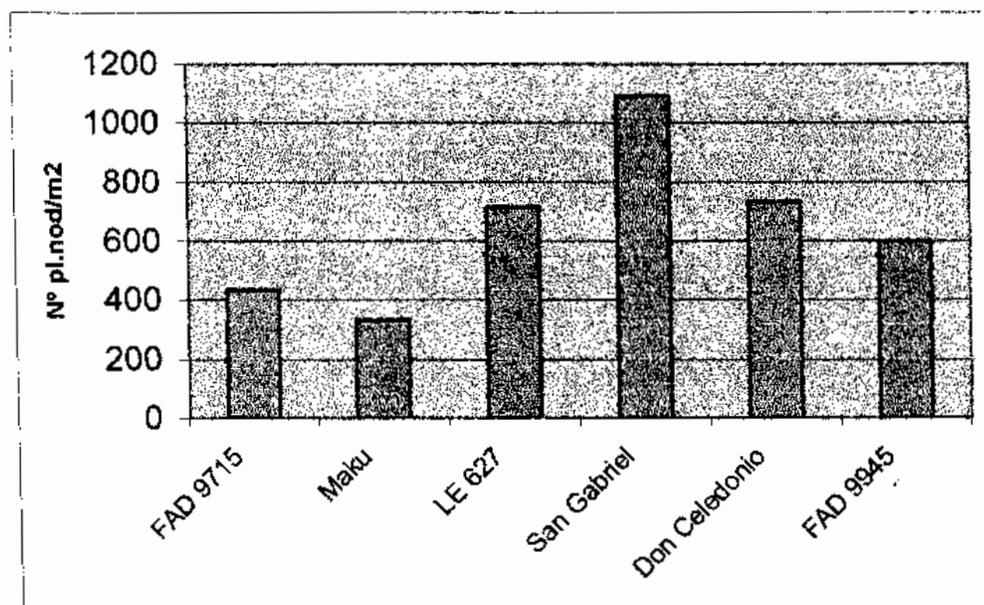


Figura 5. Número de plántulas noduladas/m<sup>2</sup>.

Este comportamiento confirmaría lo sostenido por la información disponible (Brock, 1973; Wacek, 1994 y Acuña 1999) la cual presenta registros que muestran claramente que mientras *corniculatus* posee nódulos a las pocas semanas después de la siembra, *L. pedunculatus* lo hace mucho después.

En este estudio las observaciones fueron realizadas a los 200 días luego de la siembra, lapso aparentemente suficiente para que el cultivar Don Celedonio pusiera en marcha el proceso de nodulación (Figura 5) antes que los restantes *L. pedunculatus*, incluido él LE 627.

Los resultados obtenidos confirman una vez más que el proceso de simbiosis se pone en marcha más rápido en *L. corniculatus* que en *L. pedunculatus*, diferencia ésta que se mantuvo en este estudio aún a los doscientos días de la siembra, con un número significativamente mayor de plántulas noduladas, por parte de la primera especie.

#### 4.1.2.8. Peso Seco promedio por plántula (calculado).

A pesar de las restricciones que presentó la determinación del peso individual de las plántulas (calculado, sin repeticiones y sin análisis de varianza) es posible sugerir que el *L. pedunculatus* cv. Maku mostró un peso promedio por plántula muy superior a los restantes cultivares estudiados de *L. pedunculatus* y de *L. corniculatus* (cuadro 9).

El carácter de tetraploide permitió a *L. pedunculatus* cv. Maku alcanzar el mayor peso por plántula en el año de siembra, atributo muy valioso que le otorga una destacada capacidad competitiva en sus incorporaciones al tapiz.

Asimismo, la tendencia a presentar una población menor de plántulas podría haber favorecido el desarrollo de individuos más pesados al registrarse una menor competencia entre ellas.

Cuadro 9. Peso promedio/plántula (g).

Cultivar	Peso prom. Planta
Maku	0,178
Don Celedonio	0,093
San Gabriel	0,091
FAD 9715	0,084
LE 627	0,083
FAD 9945	0,078

#### 4.1.3. Resultados de la Apreciación Visual de *Lotus pedunculatus*.

En la primera evaluación visual del estado general de las plántulas de Lotus realizada el 28 de Octubre 1999, no se pudo cuantificar valores ya que éstos presentaban en general mal estado como consecuencia de la sequía en proceso; destacándose *L. pedunculatus* cv. LE 627 por su buen estado general.

En la siguiente evaluación visual realizada un mes después, el 23 de Noviembre de 1999, el análisis estadístico muestra, como se observa en el cuadro 10 y anexos 13 y 14, la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.1141$ ) entre especies y cultivares. Dentro de éstos se destaca el *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *L. pedunculatus* cv. LE 627 presentando ambos una tendencia hacia un mejor estado de desarrollo, vigor de plántulas y altura, por lo que estos serían los cultivares que se comportarían mejor frente al estrés hídrico registrado.

Cuadro 10. Diferencias significativas entre cultivares.

Cultivar	Media		
LE 627	1.75	a	
San Gabriel	2.25	a	
Maku	2.5	a	b
Don Celedonio	2.5	a	b
FAD 9945	3.5	a	b
FAD 9715	3.75		b

CV= 22.70

Nivel de significancia (\*\*\*)

Esta similitud que presentaron ambos cultivares demostraría que *L. pedunculatus* cv. LE 627 podría presentar sistemas radiculares extendidos a mas profundidad, que el resto de los cultivares de *L. pedunculatus*.

Este comportamiento ameritaría realizar estudios a los efectos de conocer mejor las características de los sistemas radiculares de *L. pedunculatus* cv. LE 627.

#### 4.1.4. Caracteres del mejoramiento que determinan su comportamiento productivo.

##### 4.1.4.1 Altura en pie del mejoramiento (cm).

Como se observa en el cuadro 11 y anexo 15, *L. corniculatus* fue quien presentó la mayor altura en pie del tapiz seguido por *L. pedunculatus* cv. LE 627, quien mostró una tendencia a ser más alto que el resto de los cultivares estudiados de esta especie (figura 6). Esta característica de *L. pedunculatus* cv. LE 627 favorecería el pastoreo, permitiendo una mayor accesibilidad y por lo tanto una mayor utilización de su pastura por parte de los vacunos.

Cuadro 11. Diferencias significativas de la altura del tapiz (cm).

Cultivar	Media		
San Gabriel	17.58	a	
LE 627	13.33	a	b
FAD 9945	9.96		b
Don Celedonio	9.45		b
Maku	8.21		b
FAD 9715	7.61		b

CV= 40.89

Nivel de significancia (\*\*)

DMS= 6.79cm

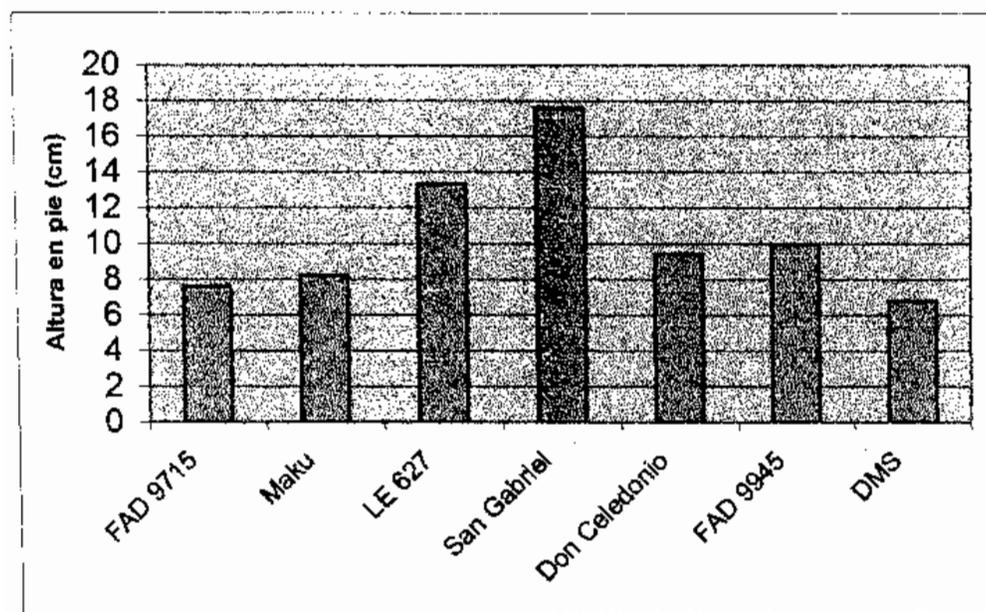


Figura 6. Altura en pie de los diferentes cultivares (cm).

En este trabajo se ha observado entonces una vez más el porte erecto de *L. corniculatus* cv. San Gabriel así como una tendencia al mismo comportamiento por parte de *L. pedunculatus* cv. LE 627, confirmando que el habito de crecimiento de esta ultima procedencia es semi-erecto en la mayor parte del año; diferenciándose así de los restantes cultivares, los cuales presentan un comportamiento inverso y sólo presentando dicho porte cuando inician la etapa reproductiva. En este sentido, se debe citar muy particularmente el *L. pedunculatus* cv. Maku, el cual además de poseer porte rastroso presenta la longitud mas larga de tallo promedio.

Este carácter le permitiría no solo cubrir el suelo mas rápidamente, sino también retener un área foliar remanente mayor, luego de los pastoreos con las consiguientes ventajas para los rebrotes.

4.1.4.2. Rendimiento total (verde + seco) del componente Lotus del mejoramiento (kg./ha MS).

Al analizar esta variable, cuadro 12 y anexo 16, se observan diferencias significativas ( $p < 0.0065$ ) entre cultivares a favor de *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *L. pedunculatus* cv. LE 627 sin diferencias entre ellos, comportamiento que se presenta en la figura 7. No obstante, si bien la producción de materia seca de este último no fue mejor a la del *L. pedunculatus* cv. Maku, *L. pedunculatus* cv. 627 mostró una tendencia a superarlo; presentando diferencias significativas frente al resto de los cultivares que son evaluados en el experimento.

Cuadro 12. Diferencias significativas de la fracción Lotus (kg./ha MS).

Cultivar	Media			
San Gabriel	442.74	a		
LE 627	343.41	a	B	
Maku	216.79		B	c
FAD 9945	151.21			c
Don Celedonio	147.27			c
FAD 9715	119.22			c

CV= 48.53

Nivel de significancia = (\*)

DMS= 173.2 kg./ha MS

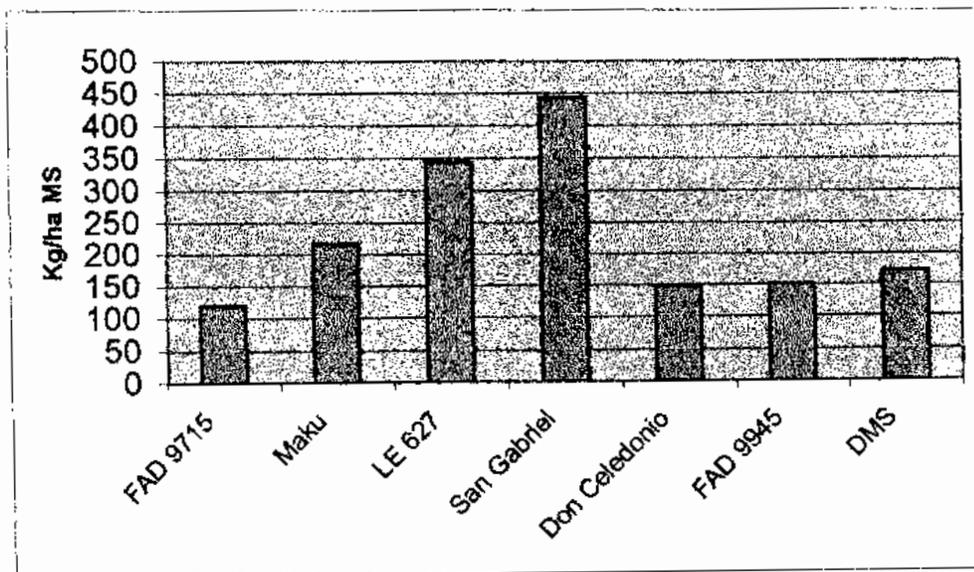


Figura 7. Rendimiento promedio de los diferentes cultivares(kg/ha MS).

Dado que, como se verá mas adelante no hubo diferencias en la fracción verde entre cultivares, comportamiento que aquí se presenta se debió fundamentalmente al efecto mayor y predominante causado por la fracción forraje muerto o seco.

4.1.4.3 Rendimiento de la fracción verde del componente Lotus (kg/ha MS).

Con respecto a esta variable, las muestras recogidas a campo se analizaron y se separaron dentro del componente Lotus en la fracción verde y la fracción muerto o seco.

Dentro de la primer variable (fracción verde) no se encontró diferencias significativas entre los diferentes cultivares como se muestra en el cuadro 13 y anexo 17.

Aquí se debe resaltar el hecho de que el coeficiente de variación demasiado alto no permitió obtener resultados más concretos; lo que impidió detectar con mayor certeza el comportamiento de ambas especies y de sus cultivares. No obstante, se observa que existió una tendencia a una producción de forraje superior por parte de *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *L. pedunculatus* cv LE 627.

Cuadro 13. Diferencias significativas en la fracción verde de Lotus (kg/ha MS).

Cultivar	Media	
San Gabriel	192.75	a
LE 627	126.69	a
Maku	109.56	a
FAD 9945	72.31	a
Don Celedonio	63.38	a
FAD 9715	60.88	a

CV= 67.55

Nivel de significancia (NS)

#### 4.1.4.4. Rendimiento de la fracción seca o muerta del componente Lotus (kg/ha MS).

A diferencia de la variable anterior esta fracción presentó diferencias significativas ( $p < 0.0289$ ) entre procedencias. Como se observa en el cuadro 14 y anexo 18, el ranking presentado por los distintos cultivares bajo estudio es el mismo registrado para el total de Lotus (fracción verde + fracción muerta o seca) del mejoramiento. Las diferencias entre los cultivares se observa claramente en la figura 8.

Las diferencias entre las procedencias consideradas en este trabajo son ciertamente válidas, ya que a pesar del coeficiente de variación muy alto registrado se detectó, de todas maneras, diferencias significativas entre ambas especies y cultivares.

Cuadro 14. Diferencias significativas de la fracción muerta o seca de Lotus (kg./ha MS).

Cultivar	Media			
San Gabriel	250	a		
LE 627	216.69	a	b	
Maku	107.25		b	c
Don Celedonio	83.88			c
FAD 9945	78.88			c
FAD 9715	58.38			c

CV=65.47

Nivel de significancia (\*\*)

DMS= 130.76

En tal sentido, no se detectaron diferencias significativas entre *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *L. pedunculatus* cv. LE 627, destacándose así de los demás cultivares de *L. pedunculatus*.

Este comportamiento estaría fundamentado en la mayor población de plantula de sus pasturas, así como el porte erecto-semierecto que respectivamente presentan, lo cual permitiría lograr rendimientos mayores de forraje, cuyos valores fueron registrados al ser determinada la fracción de *Lotus* muerta o seca.

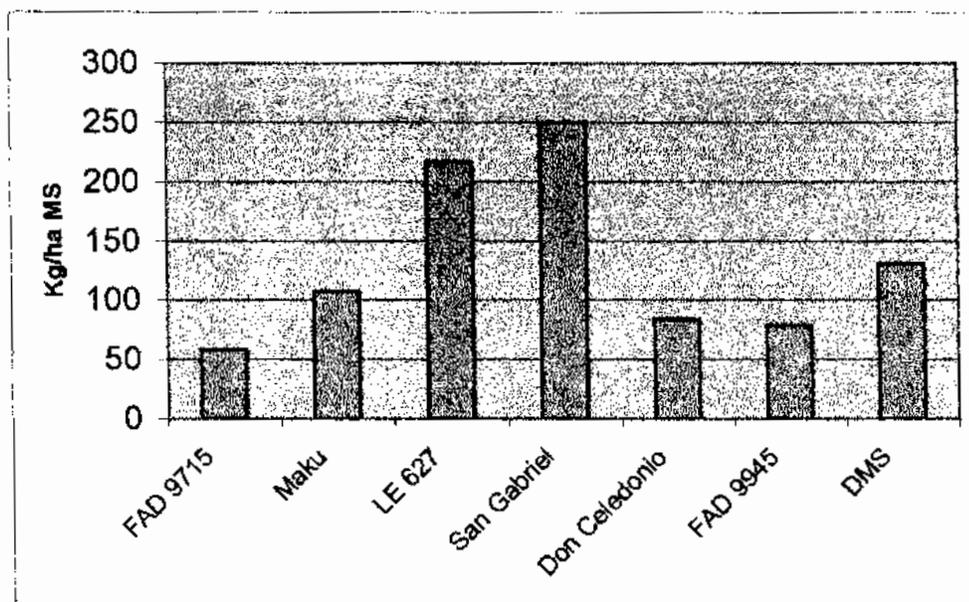


Figura 8. Rendimiento promedio de los diferentes cultivares (kg/ha MS).

#### 4.1.4.5. Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).

Al analizar el rendimiento por hectárea, de los distintos mejoramientos se observa en el cuadro 15 y anexo 19 que no existió diferencias significativas en cuanto a la producción total en los mismos.

Estos resultados muestran que a pesar de haberse registrado un coeficiente de variación aceptablemente bajo, no se presentó diferencias significativas entre ambas especies ni entre los cultivares de *L. pedunculatus* que intervienen en este estudio.

Cuadro 15 Diferencias significativas entre los diferentes mejoramientos (kg/ha MS).

Cultivar	Media	
Maku	1206.2	a
San Gabriel	1093.2	a
LE 627	973.7	a
Don Celedonio	925.0	a
FAD 9715	861.4	a
FAD 9945	756.0	a

CV= 23.02

Nivel de significancia (NS)

Dicho comportamiento indicaría que el rendimiento total de cada uno y de todos los mejoramientos habría sido definido por una complementación muy eficiente, entre la vegetación residente y la especie introducida, para utilizar el medio ambiente ofrecido.

#### 4.1.5. Resultados del Rendimiento post-sequía (rebrote) de *Lotus pedunculatus* y *Lotus corniculatus*.

Al analizar los datos de las variables relevadas en el último corte se observa que no existió diferencias significativas entre los cultivares tanto para los rendimientos de los distintos *Lotus* como para el rendimiento de los mejoramientos en los cuales ellos intervenían (cuadro 18 y 19 anexos 20 y 21). Si bien el coeficiente de variación registrado fue alto (37%) para la materia seca de *Lotus* y (84%) para la materia seca total, este comportamiento pudo afectar ciertamente los resultados, lo cual impide destacar con mayor certeza el comportamiento de ambas especies y cultivares. No obstante se puede considerar una tendencia superior en el comportamiento en rendimiento por parte de *L. pedunculatus* cv. LE 627 en los dos parámetros en cuestión.

##### 4.1.5.1. Rendimiento de *Lotus* del mejoramiento (kg/ha MS).

Cuadro 18. Diferencias significativas entre los *Lotus* (kg/ha MS).

Cultivar	Media	
LE 627	295.2	a
Maku	206.4	a
San Gabriel	171.3	a
FAD 9715	168.0	a
Don Celedonio	160.1	a
FAD 9945	120.8	a

CV= 37.6

Nivel de significancia (NS)

##### 4.1.5.2 Rendimiento total del mejoramiento: *Lotus* + Campo Natural (kg/ha MS).

Cuadro 19. Diferencias significativas entre los mejoramientos (kg/ha MS).

Cultivar	Media	
LE 627	2371.9	a
San Gabriel	1537.4	a
Maku	1473.5	a
Don Celedonio	1283.9	a
FAD 9715	1234.6	a
FAD 9945	1021.7	a

CV= 84

Nivel de significancia = (NS)

De acuerdo a la información registrada y expuesta en el párrafo anterior la producción de materia seca postsequía no presentó diferencias significativas entre las distintas procedencias, demostrando que la recuperación, una vez restaurada la buena disponibilidad de agua en el suelo fue similar en todos los materiales bajo estudio.

Sin embargo, a pesar de los elevados coeficientes de variación registrados, es posible destacar el buen comportamiento de *L. pedunculatus* cv. LE 627 cuando se consideran ambos parámetros: producción del *Lotus* y producción total del mejoramiento (*Lotus* + campo natural).

## 4.2 EXPERIMENTO 2: LOTUS TENUIS

### 4.2.1 Censo de población de plántulas de los diferentes cultivares.

El cuadro 20 y anexos 22 y 23 muestran que hubo diferencias significativas ( $p < 0.0595$ ) entre las poblaciones de los diferentes cultivares de *L. tenuis*.

Cuadro 20. Número plántulas/0.01m<sup>2</sup>.

Cultivar	Media			
Larrañaga	21.83	a		
Matrero	21.50	a	b	
Toba	14.33	a	b	c
Chajá	13.33	a	b	c
Angostura	12.00		b	c
San Gabriel	11.25			c

CV=17.11

Nivel de significancia (\*\*)

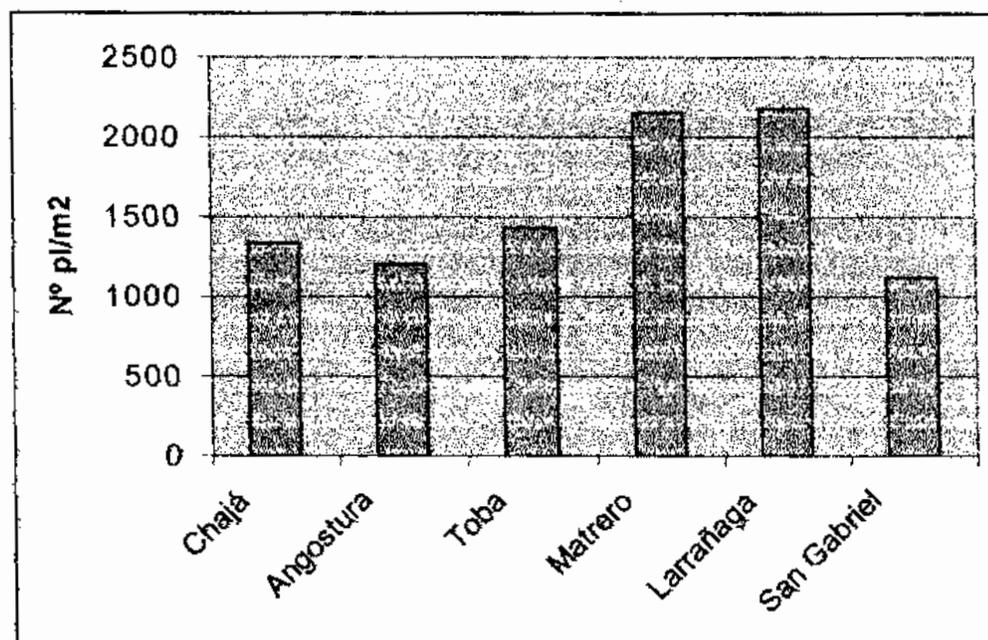


Figura 9. Número de plántulas/m<sup>2</sup>.

De los resultados analizados sobre la población de plántulas de los cultivares bajo estudio, se desprende que los *L. tenuis* cvs. Larrañaga y Matrero presentaron una destacable tendencia a poseer una densidad de plántulas superior a los demás cultivares de *L. tenuis* (figura 9). En cuanto al testigo el *L. corniculatus* cv. San Gabriel presentó la población menor, lo cual sugiere que el tamaño mayor de sus semillas habría afectado el número de semillas por kg. sembrado y por consiguiente la población de plántulas registrada.

## 4.2.2 Caracteres de las plántulas que determinan su crecimiento inicial (precocidad)

### 4.2.2.1 Número de tallos promedio a partir de la corona.

En cuanto a esta variable se observa en el cuadro 21 y anexos 24 y 25 que existen diferencias significativas ( $p < 0.0084$ ) entre cultivares, destacándose sobre el resto de los cultivares *L. tenuis* cv. Chajá, presentando un mayor N° de tallos promedio a partir de la corona.

A su vez *L. corniculatus* cv. San Gabriel presentó el comportamiento inferior en este parámetro (figura 10). Lo cual sugeriría que la especie *L. tenuis* tendría una capacidad mayor que *L. corniculatus* para crecer inicialmente desde la corona.

Cuadro 21. Número de tallos promedio a partir de la corona/plántula.

Cultivar	Media			
Chajá	4.15	a		
Angostura	3.81	a	b	
Matrero	3.65	a	b	
Larrañaga	3.54	a	b	
Toba	3.35		b	c
San Gabriel	2.90			c

CV= 4.91

Nivel de significancia (\*)

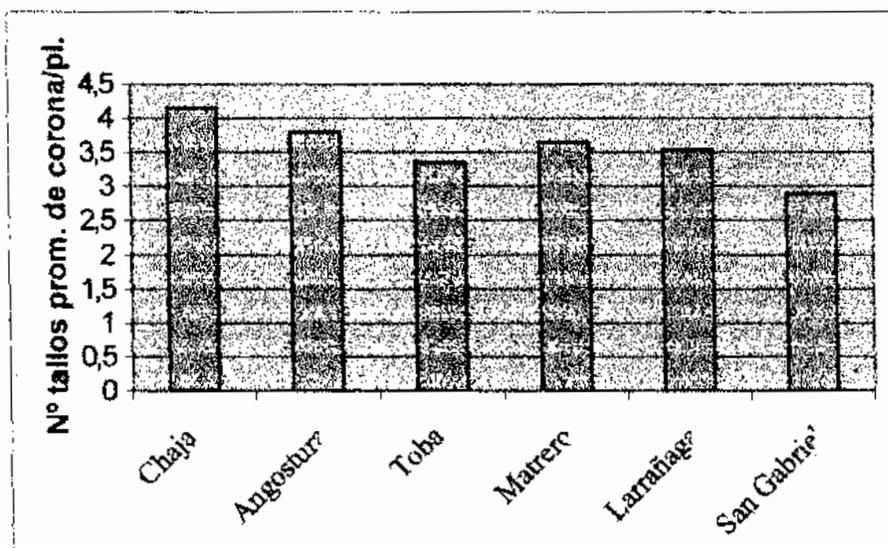


Figura 10. Número de tallos promedio a partir de la corona/plántula.

### 4.2.2.2 Número de plántulas con tallos axilares.

En cuanto a esta variable se observa en el cuadro 22 y anexos 26 y 27 que existió diferencias significativas entre cultivares ( $p < 0.0028$ ) donde el cultivar que se destaca por el mayor número de tallos axilares sobre el resto es *L. tenuis* cv. Chajá, seguido por una tendencia por parte del c Matrero. Al igual que en la variable anterior el *L. corniculatus* cv. San Gabriel (figura 11) presentó el menor orden correlativo entre las especies pero mostrando en este caso, diferencias significativas netas en cuanto al menor número de plántulas con tallos axilares.

Cuadro 22. Número de plántulas con tallos axilares

Cultivar	Media		
Chajá	5.83	a	
Matrero	5.25	a	b
Angostura	3.66		b
Toba	3.25		b
Larrañaga	3.08		b
San Gabriel	1.50		c

CV= 15.34

Nivel de significancia (\*)

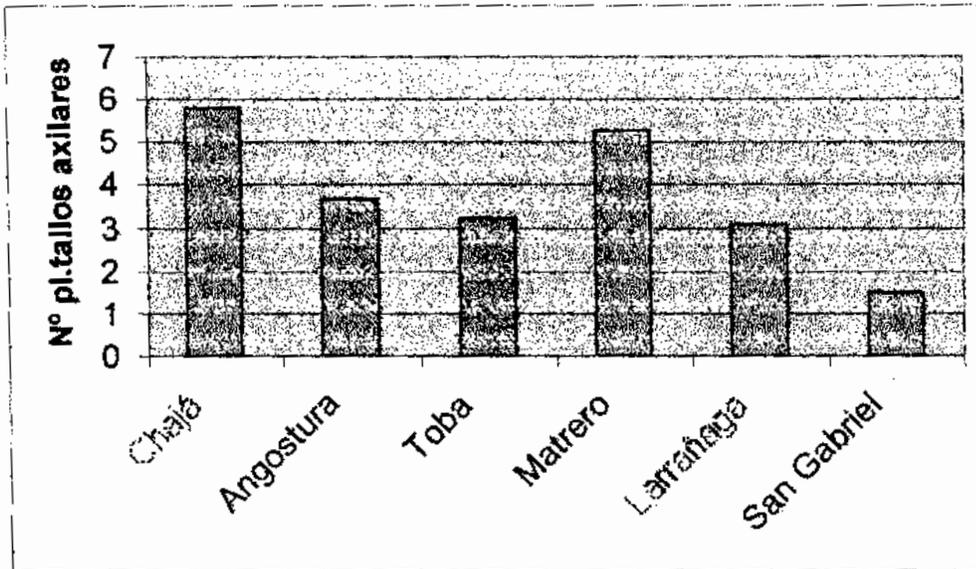


Figura 11. Número de plántulas con tallos axilares.

De acuerdo con los análisis de varianza realizados (cuadros 21 y 22), se detectó diferencias significativas entre cultivares respecto al número de tallos promedio formados desde la corona al número de plántulas con tallos axilares ( $p < 0.0084$  y  $p < 0.0028$ ), respectivamente). El *L. tenuis* cv. Chajá se destacó, sobre los demás cultivares estudiados, en ambos parámetros, mientras que el resto de los cultivares de *L. tenuis* no presentaron diferencias entre sí. El *L. corniculatus* cv. San Gabriel utilizado como testigo presentó características desfavorables frente a dichos atributos mostrando una capacidad menor para crecer desde la corona y producir tallos axilares por lo tanto lentitud en la aparición y crecimiento de ambos parámetros.

#### 4.2.2.3 Longitud promedio del tallo más largo desde la corona.

En el análisis de esta variable se observa en el cuadro 23 y anexo 28, que no existen diferencias significativas al nivel fijado (5%) entre los cultivares para la variable en cuestión.

**Cuadro 23. Longitud del tallo más largo (cm).**

Cultivar	Media	
San Gabriel	6.05	a
Matrero	6.01	a
Larrañaga	5.63	a
Chajá	5.47	a
Toba	5.02	a
Angostura	4.88	a

CV=16.68

Nivel de significancia (NS)

#### 4.2.2.4 Altura Mínima de los tallos de las plántulas.

En el análisis de esta variable como se observa en el cuadro 24 y anexo 29, surge que no existe diferencia significativas entre cultivares a un nivel de significancia del 5%.

**Cuadro 24. Altura Mínima Promedio (cm).**

Cultivar	Media	
Matrero	3.37	a
Angostura	3.04	a
San Gabriel	3.04	a
Toba	3.00	a
Larrañaga	2.95	a
CV= 20.60	2.83	a

Nivel de significancia (NS)

#### 4.2.2.5 Altura Máxima de los tallos de las plántulas.

En el análisis de esta variable como se observa en el cuadro 25 y anexo 30, no existieron diferencias significativas al 5% entre los cultivares para la variable en cuestión.

**Cuadro 25. Altura Máxima Promedio (cm).**

Cultivar	Media	
Larrañaga	10.87	a
Toba	9.12	a
San Gabriel	8.87	a
Matrero	8.87	a
Chajá	7.87	a
Angostura	6.91	a

CV= 31.69

Nivel de significancia (NS)

#### 4.2.2.6 Diferencia entre las alturas máximas y mínimas en los tallos (calculada).

En el análisis de esta variable como se observa en el cuadro 26 y anexo 31, no existieron diferencias significativas al 5% entre los cultivares para la variable en cuestión.

Cuadro 26. Diferencia de altura entre el tallo máximo y el mínimo (cm).

Cultivar	Media	
Larrañaga	7.91	a
Toba	6.12	a
San Gabriel	5.83	a
Matrero	5.50	a
Chaja	5.29	a
Angostura	3.87	a

CV= 41.02

Nivel de significancia (NS)

De acuerdo con la información presentada en los cuadros 24, 25 y 26 referida al rango de diferencia entre altura mínima y máxima así como a estas por separado, ellas no mostraron diferencias significativas entre los cultivares de *L. tenuis* ni con el control de *L. corniculatus* cv. San Gabriel.

Estas características pondrían a todas las procedencias estudiadas bajo un mismo patrón de crecimientos de alturas por parte de las plántulas.

En cuanto a los valores similares registrados en las alturas mínimas de los tallos de todos los cultivares, este comportamiento podría deberse a un cese del crecimiento desde la corona similar en todos los Lotus, debido a los efectos del déficit hídrico; determinando de esta manera que las plántulas detuvieran su emisión de tallos desde la corona.

#### 4.2.2.7 Número de plántulas noduladas efectivamente.

Como se observa en el cuadro 27 y anexos 32 y 33, del análisis de esta variable surge que existe diferencias significativas ( $p < 0.0264$ ) entre los cultivares en evaluación donde *L. tenuis*, Larrañaga y Matrero fueron los que presentaron un mayor número de plántulas con nodulos efectivos que el resto de los cultivares de la especie. El menor número de plántulas noduladas correspondió *L. corniculatus* cv. San Gabriel (figura 12).

Cuadro 27. Número de plántulas noduladas/0.01m<sup>2</sup>.

Cultivar	Media			
Larrañaga	20.00	a		
Matrero	18.50	a	b	
Toba	12.58		b	c
Chaja	12.08		b	c
Angostura	10.91		b	c
San Gabriel	10.58			c

C.V.= 15.15

Nivel de significancia (\*\*)

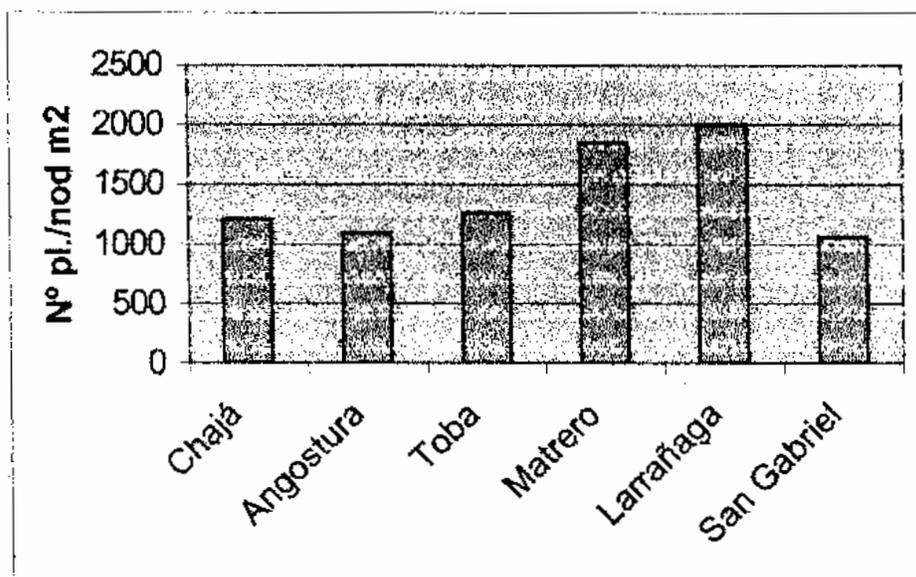


Figura 12. Número de plántulas noduladas/m<sup>2</sup>.

El mayor número de plántulas noduladas registrado en *L. tenuis* cv. Larrañaga y Matrero, podría estar relacionado a la mayor cantidad de plántulas registradas en el censo de población las cuales habrían contribuido a elevar el número de rizobios por volumen radicular explorado.

Este comportamiento se constata cuando se observa que el rendimiento total de estos cultivares fue superior al resto (cuadro 32).

#### 4.2.2.8 Peso seco promedio por plántula (calculado).

A pesar de las restricciones que presentó la determinación del peso de cada cultivar (calculado y sin repeticiones) es posible deducir que el *L. tenuis* cv. Chajá mostró una tendencia importante a presentar los mayores pesos por plántula entre cultivares de *L. tenuis*.

Este comportamiento estaría determinado al menos en parte, por los mayores valores registrados en este cultivar en los parámetros: número de tallos primarios desde la corona y número de tallo primarios de ramificaciones axilares. Si bien el testigo *L. corniculatus* cv. San Gabriel presentó pesos de plántulas similares al *L. tenuis* cv. Chajá, sin mostrar condiciones afines sobre el número y estado de los tallos de este último, es posible deducir que en *L. corniculatus* cv. San Gabriel el peso de plántula sería determinado por componentes distintos a los del *L. tenuis* cv. Chajá, que no fueron tenidos en cuenta en este estudio, tales como el grosor de los tallos y el número de hojas.

Cuadro 28. Peso promedio/plántula (grs).

Cultivar	Peso promedio/plántula
San Gabriel	0.064
Chajá	0.063
Matrero	0.050
Larrañaga	0.045
Angostura	0.043
Toba	0.042

#### 4.2.3 Resultados de la Apreciación Visual de *Lotus tenuis*.

En la primera evaluación visual realizada el 28 de octubre, se observó que existieron diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) entre los cultivares, cuadro 29 y anexos 34 y 35. El que tenía mejor estado era el *L. corniculatus* cv. San Gabriel no existiendo diferencias solo con *L. tenuis* cv. Larrañaga. Esta superioridad del *L. corniculatus* podría ser efecto de que esta especie posee un sistema radicular más desarrollado y profundo que *L. tenuis* el cual posee un sistema radicular más superficial, estando más expuesto a las variaciones del microambiente y por lo tanto más sensible a los déficits hídricos.

Cuadro 29. Diferencias significativas entre cultivares.

Cultivar	Media			
San Gabriel	1.25	a		
Larrañaga	1.25	a	b	
Chajá	2.75		b	c
Matrero	3.0			c
Toba	3.75			d
Angostura	5.0			d

CV= 12.54

Nivel de significancia (\*)

En la segunda evaluación visual realizada el 23 noviembre, no existió diferencias significativas (5%) entre los cultivares, cuadro 30 y anexos 36 y 37. Es muy probable que diferencias entre especies y cultivares, observadas un mes antes habrían desaparecido como consecuencia de déficit hídrico prolongado.

Cuadro 30. Diferencias significativas entre cultivares

Cultivar	Media	
Larrañaga	1.5	a
Toba	2.25	a
San Gabriel	2.25	a
Chajá	2.75	a
Angostura	2.75	a
Matrero	3.5	a

CV= 24.1

Nivel de significancia (NS)

#### 4.2.4 Caracteres del mejoramiento que determinan su comportamiento productivo.

##### 4.2.4.1 Altura en pie del mejoramiento (cm).

Como se observa en el cuadro 31 y anexo 38 no existieron diferencias significativas entre cultivares al nivel de significancia establecido (5%), aunque se observa una tendencia a que el *L. corniculatus* cv. San Gabriel presentó una mayor altura, podría deberse a su hábito de crecimiento más erecto que el de *L. tenuis* (semi-erecto) en el mejoramiento (cuadro 31).

Cuadro 31. Diferencias significativas de la altura del tapiz (cm).

Cultivar	Media	
San Gabriel	16.68	a
Matrero	12.97	a
Larrañaga	12.96	a
Angostura	12.21	a
Toba	9.36	a
Chajá	8.47	a

CV=40.99

Nivel de significancia=(NS)

##### 4.2.4.2 Rendimiento total (verde + seco) del componente Lotus del mejoramiento (kg/ha MS).

Al analizar el comportamiento de los cultivares en evaluación se observa en el cuadro 32 anexo 39 la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.0677$ ) entre ellos. *L. tenuis* cv. Larrañaga y Matrero presentaron los mayores rendimientos de forraje debiéndose destacar la superioridad de ambos frente al testigo *L. corniculatus* cv. San Gabriel (figura 13). El *L. tenuis* cv. Angostura mostró un rendimiento significativamente inferior a *L. tenuis* cv. Larrañaga y cv. Matrero. El coeficiente de variación es muy elevado (57%) lo que estaría afectando los resultados.

Cuadro 32. Diferencias significativas de la fracción Lotus (kg/ha MS).

Cultivar	Media			
Larrañaga	641.1	A		
Matrero	565.6	A	b	
Toba	348.2	A	b	c
Chajá	329.9	A	b	c
San Gabriel	287.1		b	c
Angostura	160.8			c

CV= 57.25

Nivel de significancia (\*\*\*)

DMS= 336.5 kg. /ha MS

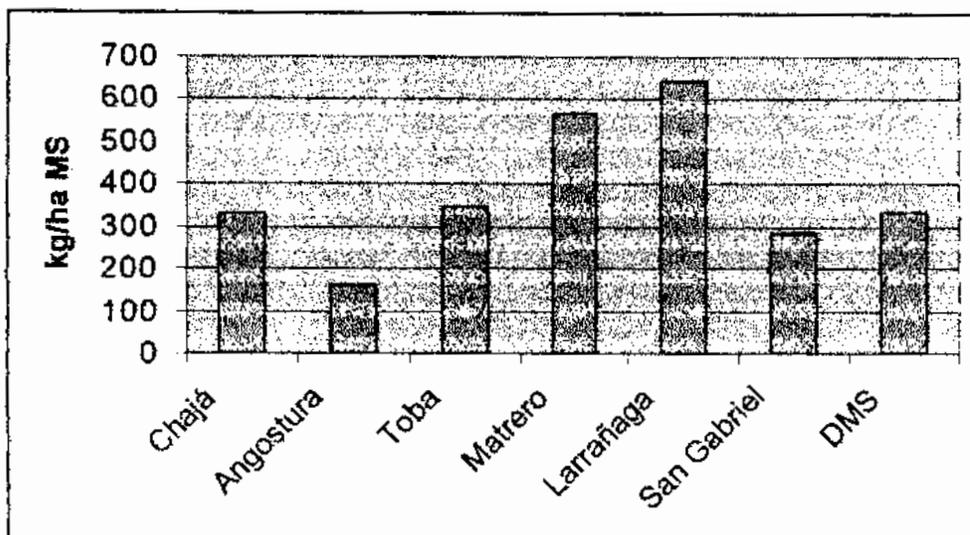


Figura 13. Rendimiento promedio de los diferentes cultivares (kg./ha MS).

#### 4.2.4.3 Rendimiento de la fracción verde del componente Lotus (kg./ha MS)

Al realizar el análisis de esta variable se observa en el cuadro 33 y anexo 40 que no existieron diferencias entre cultivares en kg./ha MS de la fracción verde. Esto se debe a un coeficiente de variación muy alto de 106.86%, que afectó los resultados obtenidos.

Cuadro 33. Diferencias significativas de la fracción verde del componente Lotus (kg./ha MS).

Cultivar	Media	
Larrañaga	336.5	a
Matrero	266	a
Toba	178.8	a
Chajá	148.6	a
San Gabriel	140.9	a
Angostura	74.3	a

CV= 106.86

Nivel de significancia = (NS)

#### 4.2.4.4 Rendimiento de la fracción seca o muerta del componente Lotus (kg./ha MS).

Al analizar esta variable se observan diferencias significativas ( $p < 0.085$ ) entre cultivares en los kg/ha MS de la fracción muerta o seca (cuadro 34 y anexo 41), mostrando una tendencia superior en el comportamiento de *L. tenuis* cv. Larrañaga y cv. Matrero. Estos dos cultivares fueron superiores frente al *L. tenuis* cv. Angostura y con una tendencia frente al testigo *L. corniculatus* cv. San Gabriel. El *L. tenuis* cv. Angostura fue netamente inferior al cv. Larrañaga (figura 14).

Cuadro 34. Diferencias significativas de la fracción muerta o seca de Lotus (kg/ha MS).

Cultivar	Media		
Larrañaga	304.56	a	
Matrero	299.63	a	
Chajá	181.44	a	b
Toba	169.44	a	b
San Gabriel	146.25	a	b
Angostura	86.56		b

CV= 56.55

Nivel de significancia= (\*\*\*)

DMS= 168.75 kg./ha MS

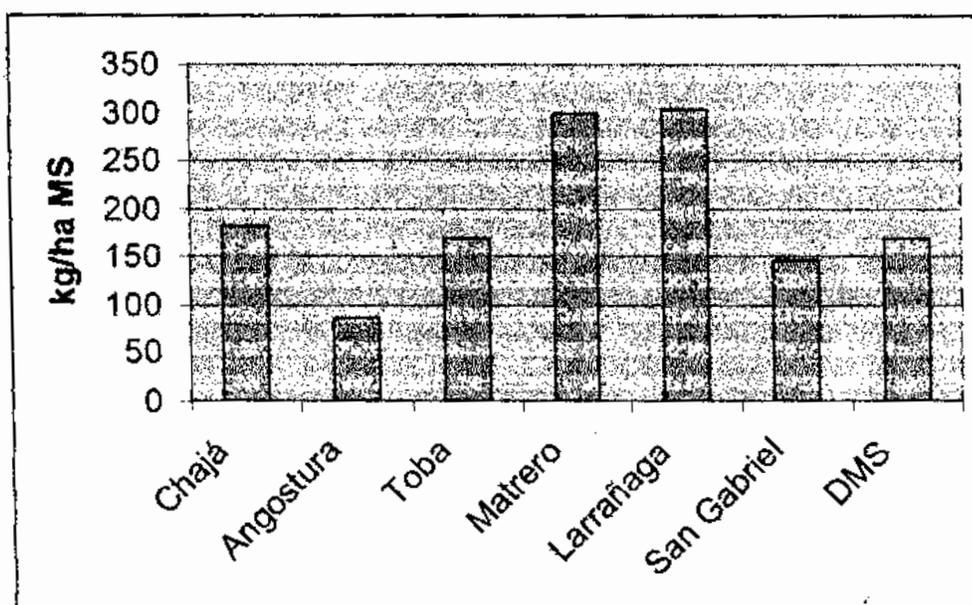


Figura 14. Rendimiento promedio de los diferentes cultivares (kg./ha MS).

El rendimiento total (forraje verde + forraje seco o muerto) del componente Lotus del mejoramiento de cada cultivar mostró tendencias significativas a favor de L. tenuis cv. Larrañaga y Matrero; siendo el primero significativamente superior al cv. Angostura ( $p < 0.0677$ ).

Dicho rendimiento total fue determinado por la fracción forraje seco o muerto de Lotus, ya que fracción forraje verde fue similar en todos los cultivares estudiados. En tal sentido la fracción forraje seco o muerto presentó el mismo orden jerárquico al que mostraron los cultivares en el rendimiento total (forraje verde + forraje seco o muerto).

El citado comportamiento por parte de los distintos cultivares de L. tenuis bajo estudio indicaría que previo a declararse la sequía, las diferentes procedencias habían encontrado condiciones ambientales favorables para la producción de materia seca, cada una con su capacidad productiva, pero que una vez declarada la sequía la cantidad de forraje verde presente fue similar en todos los cultivares.

No obstante, como se expresó previamente *L. tenuis* cv. Larrañaga y Matrero presentaron los mayores volúmenes de forraje seco o muerto; debido probablemente a que la mayor población de plantas que presentaban ambos cultivares (cuadro 20), sufrieron con mayor magnitud el déficit hídrico registrado durante el periodo de observaciones.

#### 4.2.4.5 Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).

Al analizar los resultados de rendimiento de los mejoramientos correspondientes a los diferentes cultivares se observa claramente que no existen diferencias significativas entre especies y cultivares como se ve en el cuadro 35 y anexo 42 a un nivel de significancia fijado en un 5%.

Cuadro 35. Diferencias significativas entre los diferentes mejoramientos (kg./ha MS).

Cultivar	Media	
Larrañaga	1557.8	a
Matrero	1354.7	a
Toba	1140.5	a
Chajá	1120.1	a
San Gabriel	1066.3	a
Angostura	989.7	a

CV= 30.98

Nivel de significancia (NS)

Los rendimientos totales de los mejoramientos (Lotus + Campo Natural) de cada una de las procedencias estudiadas, no mostraron diferencias significativas entre ellas, lo cual pudo haber sido determinado por una complementación entre la vegetación residente y el Lotus introducido, para explotar las condiciones ambientales ofrecidas.

#### 4.2.5 Resultados del Rendimiento post-sequia (rebrote) de *L. tenuis* y *L. corniculatus* (kg./ha MS).

Al realizar el análisis del rendimiento de la fracción Lotus post-sequia se observó en el cuadro 36 y anexo 43, que existieron diferencias significativas ( $p < 0.0358$ ) entre los cultivares en evaluación. El *L. tenuis* cv. Larrañaga de mejor desempeño hasta el momento fue uno de los de menor rendimiento, mostrando que un déficit hídrico prolongado lo afecta más que al resto (figura 15). Las reacciones mayores a las lluvias fueron presentadas en forma significativa por el *L. tenuis* cv. Toba y en forma de tendencia por el cv. Chajá. El resto de los cultivares de *L. tenuis* presentaron todos ellos una respuesta menor y similar, después de restaurada la buena disponibilidad de agua en el suelo.

#### 4.2.5.1 Rendimiento Lotus del mejoramiento (kg./ha MS).

Cuadro 36. Diferencias significativas entre los Lotus (kg./ha MS).

Cultivar	Media		
Toba	230.72	a	
Chajá	142.02	a	b
San Gabriel	88.12		b
Larrañaga	58.82		b
Angostura	50.15		b
Matrero	27.4		b

CV= 61.58

Nivel de significancia (\*\*)

DMS= 121.28 kg.

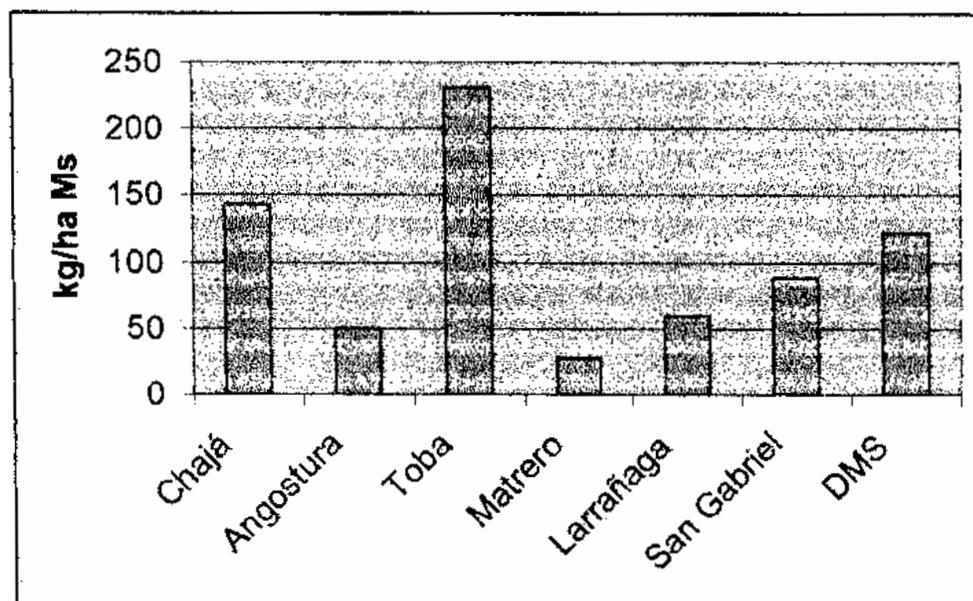


Figura 15. Rendimiento promedio de los diferentes cultivares (kg/ha MS).

Los cultivares Toba y Chajá si bien no presentaron los mejores rendimientos (cuadro 32), se destacan por su mejor comportamiento bajo condiciones de estrés hídrico (cuadro 36).

#### 4.2.5.2 Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).

Al observar como se comportó el mejoramiento en su totalidad es decir fracción Lotus y resto, se observa que no existen diferencias significativas (5%) entre los cultivares. Se observa una cierta tendencia a que el *L. tenuis* cv. Matrero tuviera el mejor rendimiento, pero esto es solo una tendencia ya que no se puede decir con seguridad que es el mejor pues el coeficiente de variación bastante alto podría estar influyendo en los resultados finales (cuadro 37 anexo 43).

Cuadro 37. Diferencias significativas entre los mejoramientos (kg/ha MS).

Cultivar	Media	
Larrañaga	2549.6	a
Toba	2194.5	a
San Gabriel	1680.7	a
Chaja	1672.5	a
Matrero	1634.8	a
Angostura	1036.2	a

CV= 61.58

Nivel de significancia= (NS)

#### 4.3 RESEÑA BREVE DE *L. corniculatus* cv. San Gabriel COMO ESPECIE REFERENTE EN AMBOS EXPERIMENTOS.

##### 4.3.1 Censo de población de plántulas.

Cuando se comparó la densidad de plántulas presentada por las distintas especies y cultivares con el referente *L. corniculatus* cv. San Gabriel se observó que ésta fue superior a la presentada por *L. pedunculatus* pero inferior a la registrada por *L. tenuis*. Completando este comportamiento, los datos observados representan que las poblaciones de *L. tenuis* fueron netamente superiores a las de *L. pedunculatus*; presentando *L. corniculatus* la misma población en ambos experimentos, lo cual aseguró en esta especie su verdadero valor de leguminosa referente.

##### 4.3.2 Crecimiento inicial de las plántulas (precocidad).

Con referencia al número de tallos promedio a partir de la corona y del número de plántulas con tallos axilares, si bien *L. corniculatus* no mostró diferencias con *L. pedunculatus* presentó valores inferiores a *L. tenuis*.

Cuando se compara la especie referente *L. corniculatus* con *L. pedunculatus*, aquella presentó algunos parámetros con valores superiores a los presentados por esta especie, tales como la altura máxima de los tallos y el rango entre la altura máxima y la mínima de los mismos; pero no mostró diferencias con *L. tenuis*.

Con referencia al proceso de nodulación mientras *L. corniculatus* presentó un mayor número de plántulas noduladas que *L. pedunculatus*, el mismo fue menor al registrado en *L. tenuis*.

##### 4.3.3 Rendimiento de forraje.

En cuanto a la producción de forraje de la fracción Lotus, *L. corniculatus* mostró un rendimiento similar a *L. pedunculatus* pero inferior a *L. tenuis*. En todas las situaciones dichos rendimientos fueron favorecidos por la fracción seca o muerta de dichas leguminosas.

La producción de forraje de *L. corniculatus*, una vez recuperadas las plantas luego de la sequía, no presentó diferencias con los cultivares evaluados de *L. pedunculatus*, ni con la mayoría de los cultivares de *L. tenuis*, con excepción del cv. Toba.

## 5. CONCLUSIONES.

### 5.1 EXPERIMENTO 1: *LOTUS PEDUNCULATUS*

- Al comparar la población de plántulas registradas en los mejoramientos de los distintos cultivares evaluados de *L. pedunculatus* se observó que cv. Maku presentó una tendencia a mostrar la población menos densa. Este comportamiento se debería a la presencia de un menor número de semillas por kg., al ser estas más pesadas como consecuencia del carácter tetraploide de este cultivar. Por su parte, la procedencia LE 627 mostró una tendencia a presentar la mayor densidad de población de esta especie.
- Todos los cultivares de *L. pedunculatus* y el cultivar testigo de *L. corniculatus* presentaron a los seis meses de su siembra, registros bajos y similares en el número de tallos primarios desde la corona y en el número de plántulas con tallos axilares, indicando que el desarrollo inicial de estas leguminosas podría ser restringido por dichos caracteres negativos, lo cual conduciría a la típica y lenta implantación que caracteriza a este género.
- El grado de precocidad en todos los lotus fue particularmente determinado por la longitud de tallo más largo desde la corona y por la altura máxima de los tallos de las plantas, atributos que presentaron *L. pedunculatus* cv. Maku y *L. corniculatus* cv. San Gabriel. Ello podría ser debido al carácter tetraploide del primero y a la relativa precocidad que muestra normalmente el segundo, sobre todas las especies de su género.
- Los resultados correspondientes a las alturas promedios de los tallos, tanto mínima como máxima, así el rango de diferencias registrado entre ambas medidas, mostraron que el crecimiento desde la corona habría cesado prácticamente de manera simultánea en todos los cultivares de *L. pedunculatus*, luego de iniciado el déficit hídrico. En cuanto a la altura máxima y el rango mayor entre ellas presentado por *L. corniculatus* cv. San Gabriel se debería, fundamentalmente, en esta especie a su porte erecto y a una mayor capacidad para seguir creciendo aún entrada la restricción hídrica. El cultivar LE 627 mostró una tendencia a presentar estos caracteres en forma intermedia a los ofrecidos por las dos especies bajo estudio.
- En este trabajo se confirma una vez más que el proceso de simbiosis se pone en marcha antes y más rápido en *L. corniculatus* que en *L. pedunculatus* y que en el cv. Don Celedonio este proceso habría comenzado en forma más acelerada que en el resto de los cultivares de esta última especie.
- En lo que se refiere al hábito de crecimiento los resultados fueron concordantes con la bibliografía consultada. Al respecto, se constata que *L. pedunculatus* presentó porte rastrero y que *L. corniculatus* San Gabriel presenta porte erecto. Entre los cultivares de *L. pedunculatus* se observó una tendencia del cv LE 627 a presentar un porte semi-erecto.
- A pesar de las restricciones que se presentaron para determinar el peso individual de las plántulas de los distintos cultivares, es posible sugerir que *L. pedunculatus* cv. Maku fue quien presentó el mayor peso en el año de siembra, atributo que le otorga una destacada capacidad para competir mejor en sus incorporaciones al tapiz. Sin embargo, su porte prostrado puede atentar contra dicha ventaja.

- Al determinar el rendimiento de las diferentes especies de *Lotus* que integran la evaluación se observa que en la fracción *Lotus*, si bien *L. corniculatus* cv. San Gabriel fue quien presentó mayor rendimiento, el LE 627 mostró mejor comportamiento por parte de este carácter frente a los demás cultivares de su especie, no existiendo diferencias significativas con el cv. San Gabriel.

Esta diferencia del *L. corniculatus* cv. San Gabriel sobre los diferentes cultivares de *L. pedunculatus* desapareció al considerar el rendimiento total, por la falta de diferencias en el mejoramiento, dado por las fracciones *Lotus* (verde + seco) + Campo Natural.

- Al analizar las fracciones verde y seco o muerto del componente *Lotus* se observó que *L. corniculatus* cv. San Gabriel y *L. pedunculatus* LE 627 presentaron rendimientos de forraje superiores al resto de los cultivares evaluados. Ello se manifestó por una tendencia en el primer parámetro (verde) y por una marcada superioridad en el segundo (seco o muerto)
- Todos los mejoramientos (Campo Natural + *Lotus*) de los distintos cultivares presentaron rendimientos similares. Dicho comportamiento indicaría que el rendimiento total de cada uno y de todos los mejoramientos de campo habría sido definido por una complementación de espacios entre la vegetación residente y la especie introducida.
- El rendimiento de forraje post-sequía no mostró diferencias significativas entre cultivares, debido muy seguramente a la gran dispersión de los datos registrados, como consecuencia de la desuniformidad que la sequía provocó en el campo natural. Asimismo es probable que la extensión del período de recuperación de las plantas, entre el cese de la sequía y el momento en que se realizó la determinación, habría permitido una recuperación uniforme por parte de todos los cultivares. No obstante, se observó una tendencia por parte de *L. pedunculatus* LE 627 a un mejor comportamiento del mejoramiento de campo del cual es componente, debido a una mayor contribución de materia seca al mismo.

## 5.2 EXPERIMENTO 2: *LOTUS TENUIS*

- Al comparar la población de plántulas registradas en los mejoramientos de los distintos cultivares evaluados de *Lotus tenuis* se observó que cv. Larrañaga y cv. Matrero presentaron una destacable tendencia a poseer una población superior al resto de los cultivares.
- Al observar los parámetros que caracterizan el vigor de las plántulas, se observó que los parámetros en que existieron diferencias significativas entre cultivares fueron: número de tallos promedio a partir de la corona y número de plántulas con tallos axilares. En los mismos se destaca *L. tenuis* cv. Chajá sobre el resto de los cultivares, mientras que el de más bajo desempeño para ambas características fue *L. corniculatus* cv. San Gabriel. Ello sugeriría que *L. tenuis* tendría una mayor capacidad que *L. corniculatus* para crecer inicialmente desde la corona. De los cultivares de *L. tenuis* el mayor peso por plántulas correspondió al cv. Chajá debido a los efectos de los parámetros ya mencionados. Al contrario el mayor peso por plántulas en el *L. corniculatus* podría ser explicado por otras causas diferentes; que no fueron tenidas en cuenta en este estudio (grosor de los tallos, número de hojas, etc.).
- La ausencia de diferencias significativas para las variables altura mínima, máxima y rango de altura entre máxima y mínima, para los cultivares de *L. tenuis* y *L. corniculatus* cv. San Gabriel, pondrían a las plántulas de todas las procedencias estudiadas bajo un mismo patrón arquitectónico de crecimiento.
- En lo que se refiere a la nodulación, *L. tenuis* cv. Larrañaga y cv. Matrero presentaron el número mas alto de plántulas con nódulos efectivos que el resto de los cultivares de la especie. Ello podría deberse a la población superior de plántulas, registradas en estos cultivares, las cuales habrían contribuido a elevar el número de rizobios por volumen radicular explorado. *L. corniculatus* presentó el número menor de plántulas noduladas.
- Al determinar el rendimiento de las diferentes especies y cultivares de *Lotus* que integran la evaluación se observa que en la fracción *Lotus* del mejoramiento existen diferencias significativas entre los cultivares, presentando *L. tenuis* cv. Larrañaga y cv. Matrero la tendencia a los mayores rendimiento por hectárea. Al no existir diferencias significativas en la fracción verde del componente *Lotus* el rendimiento habría sido determinado por la fracción muerta o seca del componente *Lotus*; la mayor parte producida durante la sequía.
- Al analizar los resultados de los rendimientos totales del mejoramiento (*Lotus* + CN), surge que no existieron diferencias significativas entre los cultivares en evaluación. Ello podría deberse no sólo a que el coeficiente de variación fue relativamente alto, lo que afectaría los resultados, sino también a una posible complementación de espacios, entre los componentes *Lotus* y la vegetación residente.
- En los resultados obtenidos sobre el rendimiento de forraje post-sequía (rebrote) se observa que a pesar de una gran dispersión de datos, *L. tenuis* cv. Toba presentó el mayor rendimiento kg./ha MS, por lo cual este cultivar habría sido el que mostró la mejor recuperación luego del déficit hídrico, una vez restaurada la buena disponibilidad de agua en el suelo. Asimismo el cv. Chajá presentó una tendencia a una mayor tolerancia a la sequía, que el resto de los cultivares de *L. tenuis* evaluados.

### 5.3 COMENTARIOS FINALES DE AMBOS EXPERIMENTOS.

Las condiciones ambientales registradas durante el lapso en que se realizaron estos estudios, fueron muy atípicas, particularmente aquellas referidas a la disponibilidad de agua en el suelo. Ello determinó la ocurrencia de déficit y excesos de agua muy pronunciados y contrastantes. La incidencia capital de este factor actuando fundamentalmente sobre la ya de por sí heterogénea distribución de las plántulas en un suelo arrojado previamente y por lo tanto con un microrelieve irregular pronunciado, afectaron muy seriamente la implantación en las siembras realizadas en cobertura al voleo de los diferentes cultivares de *L. pedunculatus* y *L. tenuis*, sobre un campo restablecido.

Todo este panorama se refleja en los coeficientes de variación de los diferentes parámetros medidos se presenten bajos a relativamente bajos en aquellos correspondientes a las características de las plantas individuales; pero aquellos correspondientes a la producción de forraje de las pasturas se muestran muy elevados.

Por consiguiente, las conclusiones de este primer año de evaluación, deben ser consideradas inevitablemente con especial cautela; debiendo ser vistas tan solo como tendencias.

No obstante, si se observa detenidamente los resultados alcanzados se puede destacar la existencia de una tendencia generalizada a que el cultivar de *L. pedunculatus* LE 627 ocupó siempre los primeros lugares siendo acompañado por el cultivar referente *L. corniculatus* cv. San Gabriel; presentando en todos los registros rendimientos superiores (kg./ha MS) a los respectivos promedios de cada parámetro.

En cuanto a *L. tenuis* cv. Larrañaga y cv. Matrero se deben tener en cuenta particularmente por sus tendencias a ocupar ubicaciones destacables entre los demás cultivares de esta especie, al presentar rendimientos mayores en el primer año. *L. tenuis* cv. Larrañaga se destacó particularmente por su atributo de florecer abundantemente, aun en plena sequía, comportamiento que no presentaron los otros cultivares *L. tenuis*.

Este comportamiento debería cumplir una misión muy importante al permitir una buena resiembra natural y por consiguiente un buen reclutamiento llegado el otoño siguiente.

## 6. RESUMEN

### 6.1 EXPERIMENTO 1: *LOTUS PEDUNCULATUS*

A los efectos de conocer el comportamiento de distintos cultivares de *L. pedunculatus* durante su implantación, se realizaron determinaciones conducentes a caracterizar el crecimiento inicial de las plántulas, así como el rendimiento de forraje del componente *Lotus* y del total del mejoramiento (*Lotus* + Campo Natural) en el año de siembra.

El experimento fue instalado sobre un suelo tipo Solod Melánico de la Unidad La Charqueada ubicada en Paso de la Laguna Depto. Treinta y Tres, con un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 2x5 m. La siembra se realizó el 3/5/99 al voleo en cobertura sobre campo natural. La fertilización inicial fue de 40 kg /ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de fosforita.

Se evaluó los siguientes cultivares de *L. pedunculatus*: Don Celedonio, FAD 9715, FAD 9945, LE 627 y Maku; y *L. corniculatus* como especie referente, sembrados a 5 kg./ha de semillas los primeros y a 15 kg /ha esta última especie.

Mientras el número de tallos primarios desde la corona y el número de plántulas con tallos axilares fueron similares en todos los cultivares considerados, el grado de precocidad de éstos fue determinado por la longitud del tallo más largo desde la corona y por la altura máxima de los tallos de las plantas; atributos que presentó *L. pedunculatus* cv. Maku conjuntamente con *L. corniculatus* cv. San Gabriel. El primero presentó el peso mayor por plántula en el año de siembra. Asimismo se confirmó una vez más que el proceso de simbiosis en las plántulas se pone en marcha antes y más rápido en *L. corniculatus* que en *L. pedunculatus*.

Con respecto al rendimiento del componente *Lotus* en el año de siembra, medido a través de sus fracciones verde y seco o muerto, mostró que *L. corniculatus* cv. San Gabriel (control) y *L. pedunculatus* cv. LE 627 presentaron rendimientos superiores al resto de los cultivares evaluados.

No obstante, los respectivos mejoramientos de campo (*Lotus* + CN) no mostraron diferencias entre sí, supuestamente por un efecto de complementación entre ambos componentes de la pastura. La recuperación luego de finalizado el déficit hídrico mostró que no hubo diferencias en el rendimiento de forraje entre especies y cultivares, debido probablemente al extenso período de recuperación (5 meses), así como a la desuniformidad de la vegetación residente como consecuencia de la severa sequía registrada, de ahí la gran dispersión de los datos obtenidos. Sin embargo, el mejoramiento de campo natural con *L. pedunculatus* cv. LE 627 mostró una tendencia a rendir más, debido a una mayor contribución de materia seca de dicho componente al mismo.

## 6.2 EXPERIMENTO 2: *LOTUS TENUIS*

El experimento fue instalado sobre un suelo tipo Solod Melánico de la Unidad La Charqueada y ubicado en Paso de la Laguna, Depto. Treinta y Tres, con un diseño en Bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 2x5 m. La siembra se realizó el 3/5/99 al voleo en cobertura sobre campo natural. La fertilización inicial fue de 40 kg /ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de fosforita.

Se evaluó los siguientes cultivares de *L. tenuis*: Angostura, Chajá, Larrañaga, Matrero y Toba, y *L. corniculatus* cv. San Gabriel como especie referente, todos sembrados 15 kg./ha de semilla.

El crecimiento inicial fue afectado por el número de tallos primarios desde la corona y el número de plántulas con tallos axilares, pero no por la altura máxima y mínima de los tallos, ni por el rango entre ellas. *L. tenuis* cv. Chajá se destacó por su mayor peso por plántulas debido a los efectos favorables de los parámetros primeramente nombrados.

Se sugiere que *L. tenuis* tiene una mayor capacidad que *L. corniculatus* para crecer desde partes de las plántulas. *L. tenuis* cv. Larrañaga y cv. Matrero presentaron el número más elevado de plántulas noduladas y los rendimientos más elevados de materia seca por ha. en el componente *Lotus* del mejoramiento, tanto de la fracción verde como de la fracción seca o muerta. Este comportamiento podría haber sido determinado por la ventaja que les habría proporcionado las mayores poblaciones de plantas registradas en ellas. *L. tenuis* cv. Toba y cv Chajá presentaron los mayores rendimientos post-sequía; mostrando particularmente el primero, una destacable recuperación luego de restaurada la buena disponibilidad de agua en el suelo. *L. tenuis* cv. Angostura se presentó como el cultivar de comportamiento más variable debido probablemente a la menor densidad de plántulas registrada; lo cual podría justificar su menor aporte al mejoramiento, tanto de la fracción verde como seca o muerta. Su recuperación luego de la sequía fue superada por el cv. Toba, pero similar a los restantes cultivares de *L. tenuis*.

## 7.SUMMARY.

### Trial 1: Lotus Pedunculatus

With the purpose of knowing, the performance of different cvs. of Lotus Pedunculatus during the implantation; determinations were made to characterize the initial growth of the plants and yield of fodder of the Lotus component and of the total pasture (Lotus plus natural range) in the year of sowing.

The test was layed on a Solod Melanic soil of the La Charqueada Unit; located in Paso de la Laguna in the department of Treinta y Tres.

The experimental design was off in random blocks, with four repetitions; and plots of 2x5m. The seeding was realized on May 5 of 1999, by spreading over the surface of the natural range; fertilization was with 40 kg/ha of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of fosforite type.

The following cvs. of Lotus Pedunculatus were evaluated: Don Celedonio, FAD 9715, FAD 9945, 627 and Maku, with L. Corniculatus as a refering species; sowing 5 kg/ha of seeds in the first group and 15 kg/ha in the latter species.

The number of primary stems from the crown and of plants with axillary stems were similar in all cvs. considered. The degree of precocity was determined by the length of the longest stalk from the crown, and by the maximum heights of the stems from the plants. This attributes were presented by L. pedunculatus cv. Maku jointly with L. Corniculatus cv San Gabriel. The first had the highest weight per plant, in the year of sowing. Also it was confirmed one more time, that the symbiosis process began earlier and more quickly in Lotus Corniculatus than in L. pedunculatus.

The yield in the year of sowing of the Lotus component in the year of sowing; measured through the: green and dry fractions; show that Lotus Corniculatus cv San Gabriel (control) and L. pedunculatus cv 627, presented higher incomes than the rest of the cvs evaluated.

However the different range improvements (lotus + natural range), didn't show differences between them, supossingly for a complementary effect between both components of the pasture. After the hidric deficit ended the recovery didn't show differences in the yield of fodder between species and cvs. This was probably due to the extensive period of retrieve (5 months), as well as the lack of uniformity of the resident vegetation, as a consequence of the severe draught with a great dispersion of the obtienience data. However the natural range improvement, with L. pedunculatus cv. 627, showed a tendency to have a better yield, because of the greater contribution of dry matter of the mentioned component, to it.

### Trial 2 Lotus Tenuis

The test was installed on a Solod Melanic soil of the La Charqueada Unit, located on Paso de la Laguna of the Treinta y Tres department of Uruguay. The design was in random blocks, with four repetitions, with plots of 2 x 5m in the area. The sowing was made on 3 May 5 of 1999, by spreading over the surface of the natural range. The initial fertilization was with 40 kg per hectare of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fosforite).

The following cv. of Lotus tenuis were evaluated: Angostura, Chajá, Larrañaga, Matrero and Tobá with Lotus corniculatus cv San Gabriel as a referent; all the sowing was with 15 kgs. per hectare of seeds.

The initial growth; was affected by the number of primary stems from the crown, and the number of plants with axillary stalks.

But there was no effect, of the maximum and minimum height of the stems, var. by the range between them. *L. tenuis* cv. Chajá, outstended with the highest weight per plant; because of the favoring effect of the parameters mentioned earlier. It is suggested that *L. tenuis* has more capacity than *L. corniculatus* to grow from parts of the small plants.

*L. tenuis* cv. Larrañaga and cv. Matrero; presented the highest number of noded plants and the greatest yields of dry matter per hectare; in the lotus component of the improvement (in the green fraction as much as in the dry component). This behavior may have been determined, by the advantage of having a higher population of plants. *L. tenuis* cv. Toba and cv. Chajá, presented the greatest yields after the drought; showing particularly the first one, an outstanding recovery after the available content of water in the soil was restored. *L. tenuis* cv. Angostura presented the most variable behavior, probably because of its lower registered population; that could justify its smaller contribution to the improvement, (in the green fraction as much as the dry matter). Its recovery after the drought, was overcome by the cv. Toba; but was similar to the rest of the cvs. of *L. tenuis*.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ACUÑA, H.; FIGUEROA, M.; MARCOS, R.; BARRIENTOS, L. y CERDA, C. 1999. Deficiencias nutritivas y nodulación en establecimiento de especies forrajeras del género *Lotus*, en suelos arcillosos. In Forrajeras del género *Lotus*, avances en investigación. INIA Chile pp19-39. Chillán.

AYALA, W.; CARÁMBULA, M. 1995. Algunas pautas de Manejo de Mejoramientos Extensivos. in Mejoramientos Extensivos. Manejo y Utilización. INIA Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión N° 75 pp12-18.

ARMSTRONG, C.S. 1974. Grassland Maku tetraploid lotus. New Zealand Journal. of Experiment. Agriculture. 2:333-336.

BARRY, T.N.; DUNCAN, S.J. 1984. The role of condensed tannins in the nutritive value of *Lotus pedunculatus* fo sheep. I. Voluntary intake. British. Journal. of Nutrition. 51:485-491.

BARRY, T.N.; FORSS, D.A. 1983. The condensed tannin content of vegetative *Lotus pedunculatus* fo sheep. I. Voluntary intake. British. Journal. of Nutrition. 51:485-491.

BLAMEY, F.; WHEELER, D.M.; CHRISTIE, R.A.; EDMENADES, D.C. 1990. Variation in aluminium tolerance among and within *Lotus* lines. Journal. of Plant Nutrition. 13:745-755.

BLUMENTHAL, M.J.; KEILMAN, W.J.; LOWTHER, W.L.; WIDDUP, K.A. 1994. The use and management of *Lotus* in Australia and New Zealand. The First International *Lotus* Symposium. 1994 pp125-129. Missouri. U.S.A.

BROCK, J.L. 1973. Growth and nitrogen fixation of pure stands of three pasture legumes with high/low phos plate. New Zealand Journal of Agric. Res. 16: 483-491.

CARÁMBULA, M.; AYALA, W. y CARRIQUIRY, E. 1994 *Lotus pedunculatus* Adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treinta y Tres. Hojas de Divulgación 3p.

CARÁMBULA, M.; BERMÚDEZ, R. 1988. ¿Que Lotus es éste? Guía para identificar los distintos lotus presentes en el país. Revista del Plan Agropecuario N° 80 pp34-36.

CHAPMAN, H.M.; LOWTER, W.L.; TRAINOR, K.D. 1990. Some factors limiting the success of *Lotus corniculatus* in hill and high country. Proc. New Zealand Grassld Ass. 51:147-150.

DOWLING, P.M.; CLEMENT, R.J. y MC. WILLIAMS, J.R. 1971. Establishment and survival of pasture species from seeds sown on the soil surface. Australian Journal of Agric. Res. 22:61-74.

ECHEVERRÍA, D.; WERNIL, C. y COSIO, F. 1986. Características nutricionales de una pradera naturalizada de lotera de hoja angosta (*Lotus tenuis* Wold et Kit) II. Variación en la calidad de las plantas en el tiempo. Agricultura Técnica 46:245-552.

FOY, C. D. y BARBER, S. A. 1961. Birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus*, yield as affected by soil properties. Agronomical Journal. 53:109-110.

GREGERSON, R. G.; LOWELL, D.; VENCE, C.P. 1994. Carbon and Nitrogen Metabolism in *Lotus*. The First International *Lotus* Symposium. 1944.pp53-61. Missouri.U.S.A.

IIENSON, P.R. y TAYMAN, L. A. 1961 Seed weights of varieties of birdsfoot trefoil as affecting seedling growth. Crop.Sci. 1:306.

HOGLUND, J.H. y BROCK, J.L. 1978. Regulation of nitrogen fixation in a grazed pasture. New Zealand Journal. Agronomical.Research. 21:73-82.

HUR, S.R. y NELSON, C.J. 1985. Temperature effects an germmination of birdsfoot trefoil and scombadi. Agronomical Journal. 77:557-560.

JOHN, A.; ULYATT, M.J.; JONES, W.T.; SHELTON, I.D. 1980. Factors influencing nitrogen flow from the rumrn. Proceedings New Zealand Society. of Anim. Prod. 40:226.

KELMAN, W. M.; TANNER, G.J. 1990. Foliar condensed tannin levels in lotus species growing on limed and unlimed soils in scuth-eastern Australia. Proc. of New Zealand. Grassland. Ass. 52: 51-54.

LANGER, R.H.M. 1972. Las pasturas y sus plantas. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo.pp97-148.

MAZATI, A.; MONTES, L.; MIÑÓN, D.; SARLANGUE, H.; CHEPPI, C. 1988. Utilización de *Lotus tenuis* en establecimientos ganaderos de la Pampa Deprimida. Revista Argentina de Producción Animal 8:301-305.

- MC. KERSIE, B.D.; TOMES, D.T. y YAMAMOTO, S. 1981. Effect of seed size on germination, seedling vigor, electrolyte leakage and establishment of birdsfoot trefoil. (*Lotus corniculatus* L.) Canada Journal Plant Scientist. 61:337-343.
- MC. KERSIE, B.D.; TOMES, D.T. 1982. A comparison of seed quality and seedling vigor in birdsfoot trefoil. Crop. Scientist. 22:1239-1241.
- MC WILLIAM, J.R.; CLEMENT, R.J. y DOWLING P.M. 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. Australian Journal of Agriculture. Research. 21:19-32.
- MIN, B.R.; BARRY, T.N.; MC NABB, W.C.; KEMP, P.D. 1998. Effect of condensed tannines on the production of wool and on its processing characteristics in sheep grazing *Lotus corniculatus*. Australian Journal of Agriculture Research. 49:597-605.
- MUJICA, M.M.; RUMI, C.P. 1994. Cotyledon influence in the initial growing stage of *Lotus tenuis*. The First International *Lotus* Symposium. 1994. pp 97-100. Missouri. U.S.A.
- MUJICA, M.M.; RUMI, C.P. 1991. Estado de dureza de las semillas de *Lotus tenuis*. 1er Simposio Argentino del género *Lotus*. INTEC II. Chascomús. Buenos Aires. pp55-57.
- OLMOS, F. 1991. Mejoramiento de pasturas naturales región Noreste. INIA Serie Técnica N° 13. pp 91-102.
- QUALLS, R.; COOPER, C.S. 1968. Germination, growth and respiration rates of birdsfoot trefoil at three temperatures during the early non-photosynthetic stage of development Crop. Scientist. 8:758-760.
- RUZ, E.; ACUÑA, H.; ZAGAL, E.; BARRIENTOS, L. y PINCHEIRA, A. 1999. Variación en las tasas de fijación simbiótica de nitrógeno en tres especies del género *Lotus* por efecto del corte y del pastoreo. Agricultura Técnica (chile) 59: 35-44.
- SEVILLA, G. 1989. Emergencia y establecimiento de *Lotus tenuis* en consociaciones con diferentes cultivares de *Festuca arundinacea* bajo dos regímenes de pastoreo con vacunos. Tesis Master of Sciences. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce. Argentina.
- TWAMLEY, B.E. 1967. Seed size and seedling vigor in birdsfoot trefoil. Canada Journal of Plant Scientist 47:603-609.
- VIGNOLIO, O.R.; FERNÁNDEZ, O.N.; MACEIRA, N.O. 1994. Response of *Lotus tenuis* and *Lotus corniculatus* to flooding in seedling stage. The First International *Lotus* Symposium. 1994. pp 160-163 Missouri. U.S.A.

WACEK, T.J. 1994. *Rhizobium* Species associated with Lotus. The First International Lotus Symposium. 1994. pp 62-67 Missouri. U.S.A.

WAGHORN, G.C.; JONES, W.T.; SHELTON, I.D.; MC NABB. 1990. Condensed tannins and the nutritive value of herbage. Proc. New Zealand Grassland. Ass. 51:171-176.

WILLIAMS, G.H. 1988. L' intérêt des lotiers: un possible renouveau. Revisión Bibliográfica. Fourrages 116:329-345.

## 9. ANEXOS.

**Cuadro 1.** Características de las plántulas de *L. tenuis*, *L. corniculatus* y *L. pedunculatus*.

Especie	Hipocotilo	Cotiledones	Epicotilo
<i>Tenuis</i>	rosado	oblongo	verde y glabro
<i>Corniculatus</i>	verde	oblongo	verde y glabro
<i>Pedunculatus</i>	verde	oblongo	verde y glabro

**Cuadro 2.** Valor nutritivo de coberturas efectuadas con distintas especies del género *Lotus* según análisis realizados sobre muestras de forraje acumulado de abril a setiembre (%).

	Digestibilidad	Proteína Cruda	FDA	% Leguminosa en la muestra
<i>Lotus corniculatus</i> cv. Ganador	58.2	13.7	33.5	90.5
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	48.9	22.6	32.2	94.9
<i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón	57.5	20.0	27.2	92.4
<i>Lotus tenuis</i>	59.2	13.3	31.9	37.1
<i>Trifolium repens</i> cv. Zapicán	65.6	17.3	35.2	85.4

**Cuadro 3.** Tipo de nódulos observados en plantas de *Lotus pedunculatus*, *L. subbiflorus*, *L. corniculatus* y *L. tenuis* inoculados con cuatro cepas de rizobios utilizadas en inoculantes comerciales.

	Cepa	U416	U226	U261	B733
Leguminosa					
<i>L. pedunculatus</i>		E	I	E	I
<i>L. subbiflorus</i>		E	I	E	I
<i>L. corniculatus</i>		I	E	E	E
<i>L. tenuis</i>		I	E	E	E

E= nódulos efectivos; I= nódulos inefectivos.

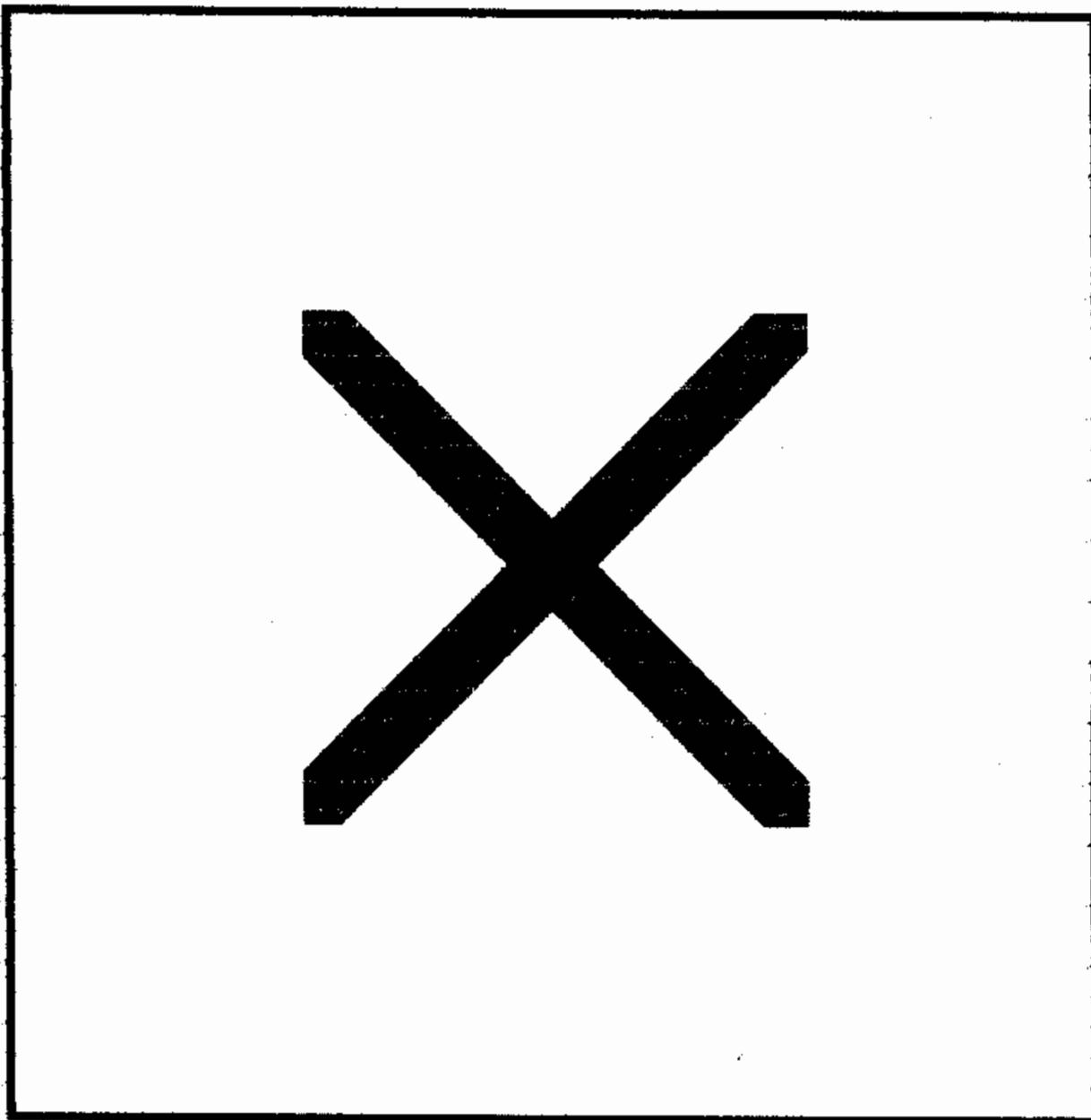


Figura N°1. Características Morfológicas de las plantas de *Lotus*.

### Anexo 1.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de plantas/0.01m2.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	7.47178819	0.93397352	3.71	0.0138
Error	15	3.77175033	0.25145002		
Corrected Total	23	11.24353852			
	R-Square	C.V.	Root MSE	R_PLANT Mean	
	0.664541	19.41887	0.50144793	2.58227131	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	2.01096660	0.67032220	2.67	0.0854
CULT	5	5.46082159	1.09216432	4.34	0.0121

### Anexo 2.

Diferencias significativas R2 Número de plantas/0.01m2.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.25145

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.7558

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	3.3975	4 San Gabriel
b	a	2.8871	4 LE 627
b	c	2.6330	4 Don Celedonio
b	c	2.4387	4 FAD 9945
b	c	2.2376	4 FAD 9715
c	c	1.8998	4 Maku

### Anexo 3.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de tallos promedio a partir de la corona.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.74503380	0.09312923	1.35	0.2930
Error	15	1.03421587	0.06894772		
Corrected Total	23	1.77924967			
	R-Square	C.V.	Root MSE	R_TAL_CR Mean	
	0.418735	12.82679	0.26257899	2.04711305	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.05299218	0.01766406	0.26	0.8557
CULT	5	0.69204162	0.13840832	2.01	0.1359

### Anexo 1.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de plantas/0.01m2.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	7.47178819	0.93397352	3.71	0.0138
Error	15	3.77175033	0.25145002		
Corrected Total	23	11.24353852			

R-Square	C.V.	Root MSE	R_PLANT Mean
0.664541	19.41887	0.50144793	2.58227131

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	2.01096660	0.67032220	2.67	0.0854
CULT	5	5.46082159	1.09216432	4.34	0.0121

### Anexo 2.

Diferencias significativas R2 Número de plantas/0.01m2.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.25145.

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.7558

T Grouping	Mean	N	CULT
a	3.3975	4	San Gabriel
b	2.8871	4	LE 627
b	2.6330	4	Don Celedonio
b	2.4387	4	FAD 9945
b	2.2376	4	FAD 9715
c	1.8998	4	Maku

### Anexo 3.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de tallos promedio a partir de la corona.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.74503380	0.09312923	1.35	0.2930
Error	15	1.03421587	0.06894772		
Corrected Total	23	1.77924967			

R-Square	C.V.	Root MSE	R_TAL_CR Mean
0.418735	12.82679	0.26257899	2.04711305

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.05299218	0.01766406	0.26	0.8557
CULT	5	0.69204162	0.13840832	2.01	0.1359

#### Anexo 4.

Diferencias significativas R2 Número de tallos promedio a partir de la corona.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.068948  
 Critical Value of T= 2.13  
 Least Significant Difference= 0.3957

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	2.3130	4 Maku
b	a	2.1630	4 Don Celedonio
b	a	2.1089	4 FAD 9715
b	a	2.0131	4 San Gabriel
b		1.8489	4 FAD 9945
b		1.8358	4 LE 627

#### Anexo 5.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de plantas con tallos axilares.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.97145130	0.12143141	0.63	0.7442
Error	15	2.90938882	0.19395925		
Corrected Total	23	3.88084012			

R-Square	C.V.	Root MSE	R_P_TL_A Mean
0.250320	24.88972	0.44040806	1.76943774

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.56206268	0.18735423	0.97	0.4345
CULT	5	0.40938882	0.08187772	0.42	0.8261

#### Anexo 6.

Diferencias significativas R2 Número de plantas con tallos axilares.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.193959  
 Critical Value of T= 2.13  
 Least Significant Difference= 0.6638

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	2.0158	4 LE 627
	a	1.7992	4 San Gabriel
	a	1.7727	4 FAD 9715
	a	1.7726	4 Don Celedonio
	a	1.6484	4 Maku
	a	1.6079	4 FAD 9945

**Anexo 7.**

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Longitud del tallo más largo (cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	35.27796296	4.40974537	2.35	0.0727
Error	15	28.09273148	1.87284877		
Corrected Total	23	63.37069444			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LONG_T_L Mean	
	0.556692	21.23109	1.36852065	6.44583333	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	12.01421296	4.00473765	2.14	0.1381
CULT	5	23.26375000	4.65275000	2.48	0.0788

**Anexo 8.**

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Altura mínima promedio de los tallos(cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	13.85185185	1.73148148	1.17	0.3771
Error	15	22.20254630	1.48016975		
Corrected Total	23	36.05439815			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTMIN Mean	
	0.384193	28.95762	1.21662227	4.20138889	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	5.54050926	1.84683642	1.25	0.3276
CULT	5	8.31134259	1.66226852	1.12	0.3900

**Anexo 9.**

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Altura máxima promedio de los tallos(cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	55.35648148	6.91956019	3.38	0.0202
Error	15	30.71643519	2.04776235		
Corrected Total	23	86.07291667			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTMAX Mean	
	0.643135	16.79414	1.43100047	8.52083333	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	18.51273148	6.17091049	3.01	0.0630
CULT	5	36.84375000	7.36875000	3.60	0.0245

## Anexo 10.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Diferencias entre las alturas máxima y mínima en los tallos (cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	49.01851852	6.12731481	5.88	0.0016
Error	15	15.64351852	1.04290123		
Corrected Total	23	64.66203704			
	R-Square	C.V.	Root MSE	RANG_ALT Mean	
	0.758073	23.64252	1.02122536	4.31944444	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	7.02314815	2.34104938	2.24	0.1251
CULT	5	41.99537037	8.39907407	8.05	0.0007

## Anexo 11.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **R2 Número de plantas noduladas efectivamente/0.01m2.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	6.36775850	0.79596981	3.62	0.0153
Error	15	3.29646291	0.21976419		
Corrected Total	23	9.66422142			
	R-Square	C.V.	Root MSE	R_PLNOD Mean	
	0.658900	19.91512	0.46879014	2.35394102	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	2.30800979	0.76933660	3.50	0.0419
CULT	5	4.05974871	0.81194974	3.69	0.0223

## Anexo 12

Diferencias significativas **R2 Número de plantas noduladas efectivamente/0.01m2.**

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.219764

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.7065

T Grouping	Mean	N	CULT
a	3.1356	4	San Gabriel
b	2.4888	4	Don Celedonio
b	2.4124	4	LE 627
b	2.2105	4	FAD 9945
b	2.0279	4	FAD 9715
b	1.8484	4	Maku

### Anexo 13.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Log. Apreciación Visual del estado general de las plantas.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1.40983294	0.17622912	2.16	0.0944
Error	15	1.22328125	0.08155208		
Corrected Total	23	2.63311420			
	R-Square	C.V.	Root MSE	L_AV Mean	
	0.53	22.70343	0.28557325	1.25784191	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.52989354	0.17663118	2.17	0.1346
CULT	5	0.87993941	0.17598788	2.16	0.1141

### Anexo 14.

Diferencias significativas **Log. Apreciación Visual del estado general de las plantas.**

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.081552

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.4304

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	1.5273	4 FAD 9715
	a	1.4715	4 FAD 9945
b	a	1.2425	4 Don Celedonio
b	a	1.1969	4 Maku
b	a	1.1411	4 San Gabriel
b		0.9678	4 LE 627

### Anexo 15.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Altura en pie del mejoramiento (cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	327.43475000	40.92934375	2.01	0.1157
Error	15	305.13963333	20.34264222		
Corrected Total	23	632.57438333			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean	
	0.517623	40.89413	4.51028183	11.02916667	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	41.25621667	13.75207222	0.68	0.5801
CULT	5	286.17853333	57.23570667	2.81	0.0549

## Anexo 16.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento total de Lotus del mejoramiento (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	553919.41445000	69239.92680625	5.24	0.0029
Error	15	198087.52241250	13205.83482750		
Corrected Total	23	752006.93686250			

R-Square	C.V.	Root MSE	MSLOT Mean
0.736588	48.53488	114.91664295	236.77125000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	220535.90941250	73511.96980417	5.57	0.0090
CULT	5	333383.50503750	66676.70100750	5.05	0.0065

## Anexo 17.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento de la fracción verde de Lotus (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	202715.17708333	25339.39713542	5.11	0.0033
Error	15	74418.00781250	4961.20052083		
Corrected Total	23	277133.18489583			

R-Square	C.V.	Root MSE	MSLOTV Mean
0.731472	67.55756	70.43579006	104.26041667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	150970.88281250	50323.62760417	10.14	0.0007
CULT	5	51744.29427083	10348.85885417	2.09	0.1240

## Anexo 18.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento de la fracción muerta o seca de Lotus (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	138448.54166667	17306.06770833	2.30	0.0783
Error	15	112901.89322917	7526.79288194		
Corrected Total	23	251350.43489583			

R-Square	C.V.	Root MSE	MSLOTS Mean
0.550819	65.47190	86.75709125	132.51041667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	9384.96614583	3128.32204861	0.42	0.7443
CULT	5	129063.57552083	25812.71510417	3.43	0.0289

## Anexo 19.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1504042.03346667	188005.25418333	3.78	0.0129
Error	15	747011.56131666	49800.77075444		
Corrected Total	23	2251053.59478333			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MSTOT Mean	
	0.668150	23.02418	223.16086295	969.24583333	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	981690.30468333	327230.10156111	6.57	0.0047
CULT	5	522351.72878333	104470.34575667	2.10	0.1223

## Anexo 20.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento de Lotus del mejoramiento(kg/ha MS).

Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQ	3	1 2 3
CULT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in by group = 18

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	233584.36321667	33369.19474524	1.35	0.3209
Error	10	246702.74763333	24670.27476333		
Corrected Total	17	480287.11085000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	MSLOT Mean	
	0.486343	84.00018	157.06773941	186.98500000	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	180210.73263333	90105.36631667	3.65	0.0644
CULT	5	53373.63058333	10674.72611667	0.43	0.8161

## Anexo 21.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	5492722.86220001	784674.69460000	2.51	0.0908
Error	10	3126821.23720001	312682.12372000		
Corrected Total	17	8619544.09940001			

R-Square	C.V.	Root MSE	MSTOT Mean
0.637241	37.60010	559.17986706	1487.17666667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	2170996.31853334	1085498.15926667	3.47	0.0716
CULT	5	3321726.54366667	664345.30873333	2.12	0.1453

## Anexo 22.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de plantas/0.01m2.

Number of observations in by group = 24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	6.28225982	0.78528248	1.94	0.1281
Error	15	6.07516175	0.40501078		
Corrected Total	23	12.35742157			

R-Square	C.V.	Root MSE	R_PLANT Mean
0.508380	17.11958	0.63640458	3.71740865

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.73488227	0.24496076	0.60	0.6220
CULT	5	5.54737754	1.10947551	2.74	0.0595

## Anexo 23.

Diferencias significativas R2 Número de plantas/0.01m2.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.405011

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.9592

Means with the same letter are not significantly different.

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	4	Larrañaga
	a	4	Matrero
b	a	4	Toba
b	a	4	Chaja
b	c	4	Angostura
	c	4	San Gabriel

**Anexo 24.**

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de tallos promedio a partir de la corona.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.33576294	0.04197037	4.32	0.0072
Error	15	0.14570240	0.00971349		
Corrected Total	23	0.48146534			
	R-Square	C.V.	Root MSE	R_TAL_CR Mean	
	0.697377	4.917975	0.09855705	2.00401683	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.10489395	0.03496465	3.60	0.0387
CULT	5	0.23086899	0.04617380	4.75	0.0084

**Anexo 25.**

Diferencias significativas R2 Número de tallos promedio a partir de la corona.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.009713

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.1485

T Grouping	Mean	N	CULT
a	2.15185	4	Chaja
b	2.05813	4	Angostura
b	2.02720	4	Matrero
b	2.00335	4	Larrañaga
b	1.95180	4	Toba
c	1.83177	4	San Gabriel

**Anexo 26.**

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: R2 Número de plantas con tallos axilares.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	2.74480238	0.34310030	4.10	0.0091
Error	15	1.25675274	0.08378352		
Corrected Total	23	4.00155512			
	R-Square	C.V.	Root MSE	R_P_TL_A Mean	
	0.685934	15.34446	0.28945382	1.88637371	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.18897917	0.06299306	0.75	0.5382
CULT	5	2.55582321	0.51116464	6.10	0.0028

## Anexo 27.

Diferencias significativas R2 Número de plantas con tallos axilares.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.083784  
 Critical Value of T= 2.13  
 Least Significant Difference= 0.4363

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	2.3971	4 Chaja
b	a	2.0903	4 Matrero
b		1.8823	4 Angostura
b		1.8277	4 Toba
b		1.8060	4 Larrañaga
	c	1.3149	4 San Gabriel

## Anexo 28.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Longitud promedio del tallo más largo (cm).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	12.54907407	1.56863426	1.85	0.1440
Error	15	12.68851852	0.84590123		
Corrected Total	23	25.23759259			
	R-Square	C.V.	Root MSE	LONG_T_L Mean	
	0.497237	16.68022	0.91972889	5.51388889	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	7.77870370	2.59290123	3.07	0.0603
CULT	5	4.77037037	0.95407407	1.13	0.3877

## Anexo 29.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: : Altura mínima promedio de los tallos (cm).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1.12037037	0.14004630	0.36	0.9279
Error	15	5.89351852	0.39290123		
Corrected Total	23	7.01388889			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTMIN Mean	
	0.159736	20.60773	0.62681834	3.04166667	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.46759259	0.15586420	0.40	0.7573
CULT	5	0.65277778	0.13055556	0.33	0.8856

### Anexo 30.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: : **Altura máxima promedio de los tallos(cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	38.35185185	4.79398148	0.62	0.7470
Error	15	115.53587963	7.70239198		
Corrected Total	23	153.88773148			
	R-Square	C.V.	Root MSE	ALTMAX Mean	
	0.249220	31.69277	2.77531836	8.75694444	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	3.09606481	1.03202160	0.13	0.9383
CULT	5	35.25578704	7.05115741	0.92	0.4973

### Anexo 31.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Diferencias entre las alturas máxima y mínima en los tallos (cm).**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	36.47685185	4.55960648	0.82	0.5994
Error	15	83.68865741	5.57924383		
Corrected Total	23	120.16550926			
	R-Square	C.V.	Root MSE	RANG_ALT Mean	
	0.303555	41.02944	2.36204230	5.75694444	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	1.95717593	0.65239198	0.12	0.9488
CULT	5	34.51967593	6.90393519	1.24	0.3402

### Anexo 32.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **R2 Número de plantas noduladas efectivamente/0.01m<sup>2</sup>.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	5.89898598	0.73737325	2.57	0.0550
Error	15	4.30810021	0.28720668		
Corrected Total	23	10.20708620			
	R-Square	C.V.	Root MSE	R_PLNOD Mean	
	0.577930	15.15908	0.53591667	3.53528445	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.84105931	0.28035310	0.98	0.4300
CULT	5	5.05792668	1.01158534	3.52	0.0264

### Anexo 33.

Diferencias significativas R2 Número de plantas noduladas efectivamente/0.01m2.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.287207  
 Critical Value of T= 2.13  
 Least Significant Difference= 0.8077

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	4.3586	4 Larrañaga
b	a	3.8355	4 Matrero
b	c	3.4786	4 Toba
b	c	3.4391	4 Chaja
b	c	3.1308	4 Angostura
	c	2.9692	4 San Gabriel

### Anexo 34.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: : Log. Apreciación Visual del estado general de las plantas.

Number of observations in by group = 24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	3.36470237	0.42058780	16.59	0.0001
Error	15	0.38029739	0.02535316		
Corrected Total	23	3.74499977			

R-Square	C.V.	Root MSE	L_AV Mean
0.898452	12.53923	0.15922676	1.26982866

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.08795048	0.02931683	1.16	0.3589
CULT	5	3.27675190	0.65535038	25.85	0.0001

### Anexo 35.

Diferencias significativas: Log. Apreciación Visual del estado general de las plantas.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.025353  
 Critical Value of T= 2.13  
 Least Significant Difference= 0.24

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	1.7918	4 Angostura
b	a	1.5537	4 Toba
b	c	1.3863	4 Matrero
	c	1.2982	4 Chaja
	d	0.7945	4 Larrañaga
	d	0.7945	4 San Gabriel

### Anexo 36.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: : **Log. Apreciación Visual del estado general de las plantas.**

Number of observations in by group = 24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.94494708	0.11811838	1.40	0.2751
Error	15	1.26978962	0.08465264		
Corrected Total	23	2.21473670			

R-Square	C.V.	Root MSE	L_AV Mean
0.426663	24.09182	0.29095127	1.20767638

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	0.20660915	0.06886972	0.81	0.5061
CULT	5	0.73833793	0.14766759	1.74	0.1852

### Anexo 37.

Diferencias significativas: **Log. Apreciación Visual del estado general de las plantas.**

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.084653

Critical Value of T= 2.13

Least Significant Difference= 0.4385

T Grouping	Mean	N	CULT
	a	1.4715	4 Matrero
b	a	1.2982	4 Angostura
b	a	1.2688	4 Chaja
b	a	1.1705	4 San Gabriel
b	a	1.1411	4 Toba
b		0.8959	4 Angostura

### Anexo 38.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: **Altura en pie del mejoramiento (cm).**

Number of observations in by group = 24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	236.52053333	29.56506667	1.20	0.3620
Error	15	369.77406250	24.65160417		
Corrected Total	23	606.29459583			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.390108	40.99244	4.96503818	12.11208333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	63.64401250	21.21467083	0.86	0.4829
CULT	5	172.87652083	34.57530417	1.40	0.2790

### Anexo 39.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento total de Lotus del mejoramiento (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	1291558.88698333	161444.86087292	3.26	0.0233
Error	15	743260.49400000	49550.69960000		
Corrected Total	23	2034819.38098334			
R-Square		C.V.	Root MSE	MSLOT Mean	
0.634729		57.25612	222.59986433	389.77916667	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	641239.19805000	214079.73268333	4.32	0.0220
CULT	5	649319.68893333	129863.93778667	2.62	0.0677

### Anexo 40.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento de la fracción verde de Lotus (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	414526.03125000	51815.75390625	1.25	0.3394
Error	15	623944.44531250	41596.29635417		
Corrected Total	23	1038470.47656250			
R-Square		C.V.	Root MSE	MSLCTV Mean	
0.399170		106.8684	203.95170103	190.84375000	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	235033.75781250	78344.58593750	1.89	0.1759
CULT	5	179492.27343750	35898.45487500	0.86	0.5260

### Anexo 41.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento de la fracción muerta o seca de Lotus (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	395055.08333333	49381.88541667	3.94	0.0107
Error	15	188047.53125000	12536.50208333		
Corrected Total	23	583102.61458333			
R-Square		C.V.	Root MSE	MSLOTS Mean	
0.677505		56.55470	111.96652215	197.97916667	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	243576.21875000	81192.07291667	6.48	0.0050
CULT	5	151478.86458333	30295.77291667	2.42	0.0850

## Anexo 42.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural (kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	2726031.50963333	340753.93870417	2.45	0.0645
Error	15	2390070.30401666	139338.02026778		
Corrected Total	23	4816101.81364999			
R-Square		C.V.	Root MSE	MSTOT Mean	
0.566024		30.98139	373.28008287	1204.85280000	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	1830623.51908333	610207.83969444	4.38	0.0210
CULP	5	885407.99055000	179081.59811000	1.29	0.3112

## Anexo 43.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento de Lotus del mejoramiento(kg/ha MS).

Number of observations in by group = 17

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	101554.33051912	14507.76150273	3.65	0.0377
Error	9	35815.74737500	3979.52748611		
Corrected Total	16	137370.07789412			
R-Square		C.V.	Root MSE	MSTOT Mean	
0.739275		61.58057	63.08349615	102.44058824	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	18799.61874167	9399.80937083	2.36	0.1498
CULT	5	78566.63410833	15713.32682167	3.95	0.0356

## Anexo 44.

Análisis de Varianza.

Variable dependiente: Rendimiento total del mejoramiento: Lotus + Campo Natural(kg/ha MS).

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	4164822.37545873	594974.62506553	1.42	0.3056
Error	9	3773158.39838832	419239.82093204		
Corrected Total	16	7937980.76384705			
R-Square		C.V.	Root MSE	MSTOT Mean	
0.524670		35.20238	647.48731334	1839.32823529	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	2	698635.28067833	349317.64033917	0.83	0.4656
CULT	5	3019601.93268167	603920.38653633	1.44	0.2964