



7.2.1997

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

MANEJO DE DEFOLIACIÓN DE Lotus pedunculatus cv. Maku

por

Ignacio ARRILLAGA BOVE  
Gastón CODURI AMORÍN

FACULTAD DE AGRONOMIA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y  
BIBLIOTECA

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1997

Tesis aprobada por:

Director: MILTON CARMBULA

Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: Ignacio Duvimioso Arrillaga Bove

Nombre completo y firma

Gastón Coduri Amorín

Nombre completo y firma

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Milton Carámbula  
Ing. Agr. Raúl Bermúdez  
Ing. Agr. Walter Ayala  
Ing. Agr. Juan Carlos Millot  
Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

A todo el personal de la sección Pasturas del I.N.I.A.  
Treinta y Tres.

A todo el personal de la Biblioteca de la Facultad de  
Agronomía, Montevideo.

## TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	I
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1 IMPORTANCIA DE LA ESPECIE .....	2
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	3
2.3 VALOR NUTRITIVO .....	4
2.3.1 <u>Taninos Condensados</u> .....	5
2.4 ESTABLECIMIENTO .....	7
2.5 DESARROLLO VEGETATIVO .....	9
2.5.1 <u>Raíz</u> .....	10
2.5.2 <u>Área Foliar</u> .....	12
2.6 DESARROLLO REPRODUCTIVO .....	14
2.6.1 <u>Semillazón y componentes del</u> <u>rendimiento</u> .....	14
2.7 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA .....	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	21
3.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS .....	21
3.2 DISEÑO .....	21
3.3 TRATAMIENTOS .....	22
3.4 DETERMINACIONES .....	23
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	24
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	25
4.1 RESULTADOS AÑO 1 .....	25
4.1.1 <u>Invierno 1995</u> .....	25
4.1.2 <u>Primavera 1995</u> .....	27
4.1.3 <u>Verano 1996</u> .....	30
4.1.4 <u>Otoño 1996</u> .....	33
4.1.5 <u>Año 1 Acumulado</u> .....	34

4.2	RESULTADOS AÑO 2 .....	37
4.2.1	<u>Invierno 1996</u> .....	37
4.2.2	<u>Primavera 1996</u> .....	39
4.2.3	<u>Verano 1997</u> .....	42
4.2.4	<u>Año 2 Acumulado</u> .....	43
4.3	COMPARACIÓN ENTRE AÑOS .....	45
4.3.1	<u>Invierno 1995 vs Invierno 1996</u> .....	45
4.3.2	<u>Primavera 1995 vs Primavera 1996</u> ...	46
4.3.3	<u>Verano 1996 vs Verano 1997</u> .....	47
4.4	ANÁLISIS DE LOS TRATAMIENTOS SIN DESCANSO..	48
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	52
6.	<u>RESUMEN</u> .....	54
7.	<u>SUMMARY</u> .....	55
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	56
9.	<u>ANEXOS</u> .....	59

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Valor nutritivo de coberturas efectuadas con distintas especies del género Lotus según análisis realizados sobre muestras de forraje acumulado de abril a setiembre (%)	5
Cuadro 2. Ganancias de peso de corderos logradas sobre diferentes especies forrajeras	6
Cuadro 3. Análisis de suelo de la unidad Alférez	21
Cuadro 4. Producción estacional (como % del total) y total (kg/ha) de una pastura natural sobre la unidad Alférez bajo un manejo de cortes cada 30 días	21
Cuadro 5. Momentos de corte de cada tratamiento en cada estación durante el año 1.	23
Cuadro 6. Momentos de corte de cada tratamiento en cada estación durante el año 1.	24
Cuadro 7. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del invierno 1995	25
Cuadro 8. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del invierno 1995	26
Cuadro 9. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) de la primavera 1995	27
Cuadro 10. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) de la primavera 1995	28
Cuadro 11. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del verano 1996	30
Cuadro 12. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del verano 1996	31

Cuadro 13.	Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del otoño 1996	33
Cuadro 14.	Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del otoño 1996	34
Cuadro 15.	Rendimiento de materia seca total (kg/ha) desde julio 95 a junio 96	35
Cuadro 16.	Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) desde julio 95 a junio 96	35
Cuadro 17.	Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del invierno 1996	37
Cuadro 18.	Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del invierno 1996	38
Cuadro 19.	Rendimiento de materia seca total (kg/ha) de la primavera 1996	39
Cuadro 20.	Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) de la primavera 1996	41
Cuadro 21.	Producción de materia seca total (kg/ha) del verano 1997	42
Cuadro 22.	Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del verano 1997	43
Cuadro 23.	Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del año 2	44
Cuadro 24.	Producción de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del año 2	44
Cuadro 25.	Comparación de producción de materia seca total (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos inviernos	45
Cuadro 26.	Comparación de producción de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos inviernos	45

Cuadro 27.	Comparación de producción de materia seca total (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambas primaveras	46
Cuadro 28.	Comparación de producción materia seca de Lotus Maku (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambas primaveras	46
Cuadro 29.	Comparación de producción de materia seca total (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos veranos	47
Cuadro 30.	Comparación de producción de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos veranos	47
Cuadro 31.	Significancia (5%) en la producción de materia seca de Lotus Maku de las variables frecuencia e intensidad y frecuencia * interacción	48
Cuadro 32.	Rendimientos mensuales de materia seca total, Lotus Maku y resto del año 1 (kg MS/ha)	59
Cuadro 33.	Rendimientos mensuales de materia seca total, Lotus Maku y resto del año 2 (kg MS/ha)	60
Cuadro 34.	Precipitaciones registradas en la Unidad Experimental "Palo a Pique".	61
Cuadro 35.	Temperaturas mínimas y número de heladas registradas a nivel de césped en la Unidad Experimental "Paso de la Laguna".	62
Cuadro 36.	Análisis de varianza de materia seca total del invierno 1995.	63
Cuadro 37.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del invierno 1995.	63
Cuadro 38.	Análisis de varianza de materia seca total de la primavera 1995.	63

Cuadro 39.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku de la primavera 1995.	63
Cuadro 40.	Análisis de varianza de materia seca total del verano 1996.	64
Cuadro 41.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del verano 1996.	64
Cuadro 42.	Análisis de varianza de materia seca total del otoño 1996.	64
Cuadro 43.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del otoño 1996.	64
Cuadro 44.	Análisis de varianza de materia seca total del invierno 1996.	65
Cuadro 45.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del invierno 1996.	65
Cuadro 46.	Análisis de varianza de materia seca total de la primavera 1996.	65
Cuadro 47.	Análisis de varianza de materia seca Lotus Maku de la primavera 1996.	65
Cuadro 48.	Análisis de varianza de materia seca total del verano 1997.	66
Cuadro 49.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del verano 1997.	66
Cuadro 50.	Análisis de varianza de materia seca total del año 1.	66
Cuadro 51.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del año 1.	66
Cuadro 52.	Análisis de varianza de materia seca total del año 2.	67
Cuadro 53.	Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del año 2.	67

Cuadro 54. Análisis de varianza de materia seca total de la comparación de ambos inviernos.	68
Cuadro 55. Análisis de varianza de Lotus Maku de la comparación de ambos inviernos.	68
Cuadro 56. Análisis de varianza de materia seca total de primavera.	69
Cuadro 57. Análisis de varianza de Lotus Maku de primavera.	69
Cuadro 58. Análisis de varianza de materia seca total de verano.	70
Cuadro 59. Análisis de varianza de Lotus Maku de verano.	70

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku de la primavera 1995	29
Figura 2. Rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku de verano 1996	32
Figura 3. Rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku en primavera 1996	40
Figura 4. Interacción entre las variables frecuencia e intensidad en el invierno 1995.	49
Figura 5. Interacción entre las variables frecuencia e intensidad en el invierno 1996.	50
Figura 6. Interacción entre las variables frecuencia e intensidad en la primavera 1996.	51

## 1. INTRODUCCIÓN

Lotus pedunculatus cv Maku es una leguminosa perenne que ha demostrado poseer muy buena adaptación a las condiciones ecológicas del país, integrándose a la vegetación nativa en forma exitosa. Presenta alta capacidad productiva con una destacable contribución invernal, respecto a los demás lotus, por lo que es altamente promisorio. Esto es válido, especialmente, para las regiones de ganadería extensiva donde los mejoramientos de campo constituyen una solución viable para enfrentar el problema forrajero nacional (Carámbula, 1996).

Lotus pedunculatus es una forrajera con características especiales de manejo ya que sus mecanismos de rebrote son poco eficientes, lo cual exige determinar las mejores medidas a los efectos de su mayor producción. Así mismo dado que su persistencia y agresividad se basa en la multiplicación vegetativa resulta primordial promover la misma para favorecer su capacidad colonizadora (Carámbula, 1996).

Los objetivos en esta tesis consisten en determinar los manejos de defoliación (alturas y frecuencias) más apropiados para lograr los mejores rendimientos de forraje.

Asimismo se intenta determinar las épocas de descanso (primavera y otoño) más adecuadas para favorecer el mantenimiento de una población de plantas conducente a una buena persistencia.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTANCIA DE LA ESPECIE

El género Lotus se encuentra distribuido por todo el mundo, constituido por diversas especies anuales y perennes. La mayor diversidad de especies se encuentra en el Mediterráneo, lo que indica que esa área sea probablemente su centro de origen (Seaney et al., 1970 citado por Carozo et al 1982).

Dentro del género, tres especies perennes han sido difundidas por su valor forrajero: L. corniculatus, L. tenuis y L. pedunculatus (uliginosus o major).

El Lotus pedunculatus cv "Maku" (Marsh birdsfoot trefoil) es una leguminosa tetraploide perenne criada en Nueva Zelanda y liberada para su uso comercial en 1975 (Tabora et al., 1990). Es en este país donde la especie tiene más importancia y donde ha sido más estudiada.

Según Langer (1973) es la especie del género Lotus más ampliamente distribuida en Nueva Zelanda. Ocasionalmente es abundante, localizada en zonas húmedas y pantanosas, en las áreas de elevadas lluvias en las dos islas de Nueva Zelanda. Nordmeyer et al. (1977) citado por Pinto Oliveira et al (1986) destacan al Lotus Maku como un cultivar de gran importancia en dicho país.

Por no originar meteorismo (John et al., 1981) y ser resistente a los insectos (Farrel et al., 1974 citado por Sheath 1981), el Maku fue sembrado para superar en comportamiento al trébol blanco en suelos ácidos y con bajo contenido fósforo (Brock, 1973 citado por Sheath 1981).

El Lotus pedunculatus también está naturalizado en la región occidental del Lago Nahuel Huapi y en la región de Valdivia de Chile, donde se lo conoce como "alfalfa chilota" (Burkart 1952 citado por Carozo et al., 1982).

Pinto Oliveira et al. (1986) también citan al cv Maku como una forrajera de amplia utilización en otros países, principalmente en condiciones ambientales adversas.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El género Lotus pertenece a la familia de las Leguminosae, sub-familia Papilionoideae y tribu Loteae.

Como se mencionó anteriormente el Lotus Maku es un cultivar tetraploide ( $2n = 24 = 4X$ ), el cual proviene de la especie pedunculatus diploide, la cual fue duplicada con colchicina (Dawson, 1941 citado Pinto Oliveira 1986).

Pinto Oliveira et al. (1986) describieron al Lotus pedunculatus como una especie perenne estolonífera y rizomatosa. Su sistema radicular consiste en raíces superficiales fibrosas y finas. Presenta tallos de hasta 1.8 m de largo, que pueden ser glabros o ligeramente pilosos. Las hojas son compuestas de pecíolos cortos con cinco folíolos ovalados (tres apicales y dos basales). Posee ocho a doce flores por inflorescencia y vainas menores a 2 cm de largo.

Nelson et al. (1969) citados por Langer (1973) indican que el Lotus pedunculatus se adapta a zonas templadas con veranos frescos, donde las temperaturas medias van de 16 a 25 °C. Temperaturas más altas de 27 a 38 °C provocan mortalidad de plantas debido a enfermedades de corona y raíz.

Crece y persiste en muchos tipos de suelos pero tiene especial valor en suelos pobres, de bajo pH, y condiciones húmedas (Amstrong, 1974 citado por Hill et al. 1990). Langer (1973) sostiene que soporta inundaciones invernales durante algunos meses sin un efecto adverso aparente; soporta la sequía de verano mejor que el trébol rojo y no tan bien como el Lotus corniculatus.

Nordmeyer et al. (1977) citados por Hill et al. 1990 encontraron que tiene un gran potencial para crecer en suelos ácidos ( $pH < 5.2$ ), tolera altos niveles de aluminio y tiene gran eficiencia en la absorción del fósforo del suelo, y suelos húmedos con exceso de agua.

Langer (1973) encontró que no se adapta a condiciones salinas como el Lotus tenuis, pero si a los grados más altos de acidez del suelo y crece en forma satisfactoria en pH que oscilan entre 4.5 y 5.5.

A pesar de estas ventajas agronómicas, el pobre rendimiento en semilla obtenido con Lotus Maku es un factor que limita su uso en forma más extendida. En Nueva Zelanda tiene un hábito de floración indeterminado que se extiende por 3-4 meses desde noviembre hasta abril (Neal 1983 citado por Tabora et al. 1990). Esto conjuntamente con la dehiscencia de las vainas hace dificultoso seleccionar el momento más apropiado para la cosecha de semilla (Lancashire et al., 1980).

### 2.3 VALOR NUTRITIVO

El Lotus Maku tiene buen valor nutritivo y de alimentación para animales, similar al trébol rojo y raigrás perenne, y no produce meteorismo (John et al. 1981).

Caroso et al. (1982), citado por Pinto Oliveira et al. (1986), encontró que el porcentaje de proteína bruta variaba entre 22.3% a 29.9% y la digestibilidad "in vitro" de la materia seca, entre 52.79% y 67.07%.

Montero et al. (1982), citado por Pinto Oliveira et al. (1986), obtuvieron que el porcentaje de proteína bruta variaba entre 14.72% y 18.11%, y la digestibilidad "in vitro" de la materia seca entre 45.11% y 53.92%.

Cuadro 1. Valor nutritivo de coberturas efectuadas con distintas especies del género Lotus según análisis realizados sobre muestras de forraje acumulado de abril a setiembre (%). (Carámbula, 1996).

	Dig %	PC %	FDA	% Leg. en la muestra
<u>L. corniculatus</u> cv. Ganador	58.2	13.2	33.5	90.5
<u>L. pedunculatus</u> cv. Maku	48.9	22.6	32.2	94.9
<u>L. subbiflorus</u> cv. El Rincón	57.5	20.0	27.2	92.4
<u>L. tenuis</u>	59.2	13.3	31.9	37.1
<u>T. repens</u> cv Zapican	65.6	17.3	35.2	85.4

En el cuadro 1 se observa que a pesar de que el Lotus Maku presenta un elevado contenido de proteína cruda, el porcentaje de digestibilidad de la materia orgánica resulta bajo; comportamiento que es presentado por la mayoría de las especies que poseen en sus tejidos cantidades importantes de taninos.

Ulyatt et al. (1977) citado por John et al. (1981) encontraron que el contenido de lignina es particularmente alto, siendo tres a cuatro veces mayor al de trebol blanco y rojo.

### 2.3.1 Taninos condensados

Todas las especies de Lotus poseen en sus tejidos cierto contenido de taninos condensados. El contenido de taninos en los forrajes no debería superar el 5%, por ocasionar problemas en el consumo y la digestibilidad (Carámbula et al., 1994).

Los taninos condensados son de gran interés debido a su habilidad de formar complejos con las proteínas de las plantas y la saliva de los animales, los cuales son estables al pH ruminal, y están implicados en la ausencia de meteorismo en esta leguminosa (Reid et al., 1974). La formación de estos complejos reduce la degradación proteica a amonio a nivel de los microorganismos del rumen y consecuentemente aumenta la absorción de aminoácidos a nivel del intestino delgado (Reid et al., 1974; Ulyatt et al., 1977), citado por John et al., (1981).

Lowther et al., (1986), en estudios realizados en Nueva Zelanda encontraron para Lotus corniculatus niveles de taninos entre 0.13% y 3.9%, mientras en Lotus pedunculatus fueron superiores alcanzando valores entre 5.8% y 9.76%. Los niveles de taninos variaron con las condiciones de fertilidad, encontrándose los valores más bajos en condiciones de alta fertilidad y los más altos con baja fertilidad y/o condiciones de estrés como ser elevada acidez, baja humedad y baja temperatura.

Carámbula et al., (1994) mencionan que la presencia de taninos condensados pueden ser clasificados en beneficiosos y perjudiciales. En los primeros citaron la disminución del riesgo de meteorismo, la reducción de la degradación de la proteína ruminal y el aumento considerable de aminoácidos a nivel intestinal. Como efectos perjudiciales se destacan la depresión de la digestión de hidratos de carbono en especial en el rumen, la disminución en el consumo voluntario por problemas de palatabilidad (Barry et al., 1984 citado por Lowther et al., 1987).

La metodología estándar para efectuar los análisis de digestibilidad "in vitro" sólo permite determinar la misma a nivel ruminal. De esta manera en especies como Lotus pedunculatus la digestión postruminal adquiere gran importancia (Carámbula et al., 1994).

En este sentido, es muy factible que en dichas especies con baja a media digestibilidad ruminal, exista una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno consumido por el animal. Este efecto elevaría el valor nutritivo de las especies del género Lotus.

Cuadro 2. Ganancias de peso de corderos logradas sobre diferentes especies forrajeras. (John et al., 1981).

Especies	Valores relativos %	Rango (gr/día)
Trébol blanco	100	190-354
Lotus Maku	88	153-315
Alfalfa	76	123-267
Trébol rojo	76	127-234
Raigrás perenne	50	88-198

## 2.4 ESTABLECIMIENTO

La lenta germinación y crecimiento de Lotus Maku desde abril hasta julio es debido a las bajas temperaturas que son desfavorables. Estas temperaturas subóptimas (menores a 15 °C) mostraron que retrasan la germinación (Hampton et al., 1987 citado por Hill et al., 1990) y reducen la tasa de iniciación de estolones (Mitchell, 1956 citado por Hill et al., 1990).

La germinación a bajas temperaturas es lenta, más que en otras leguminosas, y la repetición de heladas pueden matar plántulas, por lo tanto las siembras deben hacerse temprano en el otoño (Charlton, 1977 citado por Lancashire et al., 1980).

Sheath (1976) citado por Lancashire et al., (1980), reportó que el desarrollo de rizomas puede no ocurrir hasta los cuatro a seis meses después de siembras de primavera y hasta un año en siembras de otoño. Una vez que se desarrollan los rizomas la planta tiene una base más satisfactoria para rebrotar, pero defoliaciones frecuentes durante el establecimiento pueden retardar este proceso.

Brock et al., (1978) citado por Sheath (1980b) afirman que para lograr un buen establecimiento hay que utilizar altas densidades de siembra para obtener alta densidad de plántulas, y en el año de establecimiento utilizarlo con pastoreos leves y no frecuentes. Neal (1983) citado por Hare (1984a) y Lancashire et al., (1980) también recomendaron la utilización de altas densidades de siembra.

La inoculación de Maku, es esencial para la nodulación en los suelos ácidos de Otago Plateau por la ausencia de rizobio de Lotus (Lowther, 1979 citado por Lowther 1983). La incorporación de un 10% de goma arábiga en la suspensión de turba es un método recomendado en la inoculación del Maku (Scott et al., 1980 citado por Lowther 1983) dado que el peleteado con una variedad de materiales incluyendo la cal y la roca de fósforo, dolomita, fallaron en incrementar la nodulación por encima de la lograda con la goma arábiga en suelos ácidos (pH 4.6-5.5) (Lowther, 1976 citado por Lowther 1983).

La raza de rizobio para Maku es diferente a la de L. corniculatus y L. tenuis (Erdman et al., 1949, citado por Langer 1973). En Uruguay existe inoculante específico a nivel comercial.

El rizobio del L. pedunculatus es más tolerante a la acidez del suelo que el del trébol blanco (Greenwood, 1961 citado por Lowther 1983). Norris (1965) citado por Langer (1973), encontró que la mayor nodulación ocurrió entre pH 5.0 a 5.5, y que el rizobio no toleraba condiciones alcalinas.

En contraste con el efecto de la aplicación de cal en el suelo, el peleteado de la semilla con cal no tuvo efecto en la nodulación (Lowther, 1980). El recubrimiento con cal redujo la nodulación del Maku cuando fue almacenado durante 15 días antes de la siembra. Este resultado se atribuye a un efecto negativo de la cal sobre la sobrevivencia del rizobio (Norris, 1971 citado por Lowther, 1983).

La respuesta de producción de materia seca a la aplicación de cal se atribuye al efecto de ésta en el establecimiento, más que al crecimiento individual de las plantas debido a que su acción desaparece con el tiempo (Lowther, 1980; Scott et al., 1981).

Los resultados de diferentes ensayos muestran que las respuestas al tratamiento de semillas y a la aplicación de cal pueden variar de acuerdo a un rango de pH entre 4.4 y 4.8.

La corrección del pH del suelo a 5.5-6.0 puede ser beneficioso para el establecimiento y producción, pero no es esencial (Greenwood, 1961 citado por Lowther 1983; Lowther, 1977 citado por Scott et al., 1981).

Brock et al., (1978) citado por Scott et al., (1981) comparando las siembras en línea y al voleo, observaron que la primera presentó ventajas en nodulación inicial, mientras que al voleo presentó mayor número de plantas de mayor tamaño.

Autores norteamericanos citados por Langer (1973) indican que con densidades de siembra de 2.2 a 6.7 kg/ha (2.2 millones de semillas por kg), se obtienen establecimientos del orden del 33%. Lancashire et al., (1981) recomiendan densidades de siembra de 3.0 a 4.0 kg/ha de semilla inoculada a una profundidad de 1.5 cm para un rápido y fácil establecimiento.

En cuanto a la fertilización inicial Brock (1980) citado por Lancashire et al., (1981), recomienda una aplicación de 40 unidades de nitrógeno, ya que la fijación biológica puede demorar hasta un año y de esta manera evitar el lento establecimiento que presenta la especie.

## 2.5 DESARROLLO VEGETATIVO

La característica que más distingue a Lotus pedunculatus del resto de las especies del género Lotus es la iniciación y crecimiento de tallos horizontales a partir de una corona y una raíz pivotante (Mac Donald 1946 citado por Sheath 1980a).

Como estos tallos horizontales son predominantemente subterráneos se los denomina rizomas (Howell 1948; Barnard 1969; Levy 1970 citado por Sheath 1980a). Sin embargo este crecimiento puede ocurrir sobre la superficie, particularmente en una vegetación densa, y a esos tallos se los denomina estolones (Clapham et al., 1962; Barnard 1969; Healy 1976 citado por Sheath 1980a).

Langer (1973) encontró que el Lotus pedunculatus en otoño produce tallos gruesos, de crecimiento horizontal, que cuando apenas emergen de la periferia de la planta madre, crecen hacia la superficie del suelo y por ella, cualquiera sea la vegetación y residuos presentes. Estos tallos eventualmente forman raíces y se convierten en estolones o si el suelo es húmedo y friable, estos vástagos pueden penetrar por debajo de la superficie del mismo y convertirse en rizomas. De esta forma la planta es capaz de aumentar su tamaño y extenderse en el tapiz. El hábito estolonífero confiere un grado considerable de resistencia al perjuicio inmediato y físico del pisoteo.

El sistema de ramificación de los rizomas, con sus raíces adventicias, forman una densa masa de tallos fibrosos en la parte superior del suelo (MacDonald 1946), determinando su hábito de crecimiento tipo césped (Howell 1948; Levy 1970 citados por Sheath 1980a).

Así como los nudos subterráneos originan los rizomas, también dan origen a tallos aéreos (Howell, 1948 citado por Sheath 1980a) que son rastreros en una vegetación rala, pero se hacen erectos en una vegetación densa (Barnard, 1969 citado por Sheath 1980a).

Los mismos tallos, cuando son subterráneos producen escamas parecidas a hojas, pero cuando emergen del suelo los tallos desarrollan las hojas normales pentafoliadas (MacDonald, 1946 citado por Sheath 1981).

El crecimiento de los tallos axilares también puede originarse de nudos que están en la superficie del suelo. Este hábito es el que mejor ilustra la naturaleza indeterminada de la ramificación del Lotus pedunculatus.

#### 2.5.1 Raíz

El hábito de crecimiento del Lotus pedunculatus establecido es dominado por un sistema subterráneo que consiste en una corona central y una raíz pivotante que une una red superficial de rizomas y raíces fibrosas asociadas (Mac Donald, 1946 citado por Sheath 1981). Langer (1973) cita que el sistema radicular es superficial con raíces fibrosas y finas.

La expansión de este sistema ocurre durante fin de verano principios de otoño e involucra una gran acumulación de materia seca, particularmente cuando la defoliación no es severa. Durante el invierno y primavera gran parte de este crecimiento se pierde porque los rizomas se quiebran y las plantas con muchas coronas se fragmentan. De esta forma las nuevas unidades favorecen la propagación vegetativa, que resalta la habilidad colonizadora del Lotus pedunculatus (Sheath, 1981).

Sheath (1980a) estableció que en verano y otoño se da el mayor desarrollo de órganos subterráneos coincidiendo con la caída de la temperatura y el largo del día.

El crecimiento de los rizomas es estimulado por la restricción de defoliación durante el otoño. La producción neta de materia seca durante el otoño fue desde 0.5 a 0.9 ton MS/ha, mientras que la biomasa subterránea aumentó entre 3.0 a 4.0 ton MS/ha bajo defoliación aliviada durante el mismo período.

El nivel de almidón en el tallo durante el rebrote es mínimo (Sheath, 1978 citado por Sheath, 1981), aunque este actuaría como un sustrato respiratorio para los órganos subterráneos durante invierno y primavera. Los azúcares y el almidón de reserva juegan un papel importante en mantener una base para la iniciación de los tallos y por lo tanto para la producción de forraje.

El hábito de crecimiento tipo alfombra de L. pedunculatus resulta de la densa distribución superficial de rizomas y raicillas secundarias asociadas en los 5-10 cm superiores del suelo (Sheath, 1981).

El sistema radicular superficial junto a la presencia de espacios con aire en la corteza de la raíz (Soper, 1959 citado por Sheath 1980a), permite a la especie sobrevivir y producir bajo condiciones anegadas (Barnard, 1969 citado por Sheath 1980a). Además esta alta concentración de raíces se ubica donde existe el fósforo disponible para la planta.

La habilidad del Lotus Maku para competir y producir bajo condiciones de poco fósforo (Brock, 1973; Nordmeyer et al., 1977 citados por Sheath, 1981) resulta de una mayor eficiencia en tomar el fósforo del suelo más que de la eficiencia en el uso del nutriente asimilado.

Norris (1965) citado por Sheath (1981) encontró que el éxito de Lotus pedunculatus en la fijación de nitrógeno en suelos ácidos (pH < 5.0) está en parte relacionado con la tolerancia de las cepas asociadas a la acidez. La tolerancia a la toxicidad por aluminio, dada por una reducida absorción y traslocación de aluminio hacia los tallos, son también sugeridos como mecanismos por los cuales Lotus pedunculatus crece exitosamente en suelos ácidos con mucho aluminio disponible (Nordmeyer et al., 1977 citado por Sheath 1981).

La tasa de fijación de nitrógeno en plantas establecidas es comparable con la de trébol blanco pero en pasturas asociadas es generalmente menor (Brock, 1973; Nordmeyer et al., 1977 citado por Sheath 1981).

### 2.5.2 Área Foliar

En plantas establecidas, la iniciación de un nuevo brote desde la corona está limitada al final del verano y otoño y, esto generalmente se continúa en forma de rizomas. Los principales sitios subterráneos de iniciación de tallos con hojas son los nudos de los rizomas. La iniciación y desarrollo de tallos aéreos de origen rizomatoso disminuye a medida que la defoliación es más aliviada, especialmente durante la primavera tardía y el verano. A medida que se permite acumular materia seca en superficie, hay una mayor tendencia al inicio del crecimiento axilar, a partir de los nudos de los rizomas, como rizomas laterales en vez de tallos aéreos con hojas (Sheath, 1981).

Sheath (1981) encontró que en primavera y temprano en verano se da el mayor desarrollo de la parte aérea, correlacionado positivamente con los días largos.

El retraso en la iniciación de los rizomas y su desarrollo es más evidente durante el período más frío y menos activo de la primavera (Suckling, 1960; Sithamparanathan, 1979 citados por Sheath 1981). Defoliaciones más frecuentes y/o más severas incrementarían el número de tallos rizomatosos que participan en el rebrote, lo cual desfavorece las altas producciones de forraje (Sheath, 1980a).

El crecimiento de un nuevo tallo también puede desarrollarse a partir de nudos superficiales en tallos intactos o defoliados. Una mayor iniciación y desarrollo de tallos del rastrojo generalmente ocurre dentro de canopias ralas que resultan de defoliaciones frecuentes y/o severas. Estos tallos están involucrados en el rebrote en la primavera y en verano húmedos (Sheath, 1981).

Luego de una defoliación, las tasas de rebrote de los tallos del rastrojo se incrementan al inicio, pero declinan a medida que los tallos rizomatosos empiezan a dominar el rebrote. Los tallos del rastrojo forman una población de tallos transitoria (Sheath, 1981).

La dinámica del rebrote en Lotus pedunculatus depende de la naturaleza de los regímenes de defoliación impuestos. Por ejemplo, el rebrote inicial en Maku luego de un corte a 1.5 cm consiste en tallos del rastrojo y tallos de rizomas, pero el último empieza a dominar la canopia a medida que el crecimiento sigue. En contraste, la contribución de los tallos de rastrojo al rebrote es mayor con alturas de corte más altas (9.5 cm) y se mantiene durante más tiempo (Sheath, 1981).

Una mayor tasa de crecimiento potencial de los tallos rizomatosos ocurre con el alargamiento de los intervalos de corte. Sin embargo en las canopias abundantes, luego de una defoliación, el rebrote inicial de los tallos desde poblaciones residuales pobres es lenta (Sheath, 1981).

La defoliación de Lotus pedunculatus remueve los tallos dominantes y en más activo crecimiento, por lo tanto el rebrote inicial depende en gran parte de la naturaleza de la población de tallos remanentes (Sheath, 1981).

Los períodos extendidos sin pastoreo no estimulan el desarrollo de una población de tallos basales y el restablecimiento del crecimiento activo de los rizomas es lento. Además, cuando el rebrote es estimulado por pastoreos aliviados también se producen grandes pérdidas de materia seca del rastrojo y de materia muerta. Generalmente, el rebrote temprano del Lotus pedunculatus es lento durante las 2 a 3 primeras semanas luego de la defoliación (Sheath, 1981).

El Lotus pedunculatus postrado (diploide) con cortes frecuentes y en pasturas mixtas tuvo una mejor performance que el Lotus Maku semipostrado (tetraploide) probablemente debido a su mayor habilidad de mantener una población residual de tallos más activos que comienza el rebrote inmediatamente después de la defoliación (Harris et al., 1973; Lambert et al., 1974 citado por Sheath 1980b).

## 2.6 DESARROLLO REPRODUCTIVO

A pesar de las ventajas agronómicas del Lotus Maku los pobres rendimientos de semilla a menudo obtenidos, es un factor que limita su uso en forma masiva (Tabora et al., 1990).

El crecimiento reproductivo comienza alrededor de 26 semanas después de la siembra (Hill et al., 1990). La mayoría de los primordios florales fueron formados en el comienzo de octubre con la subsecuente producción de inflorescencias en noviembre tardío. Las yemas florales se formaron a partir de yemas axilares en el ápice del estolón (Forde et al., 1966 citado por Hill et al., 1990).

El crecimiento vegetativo y reproductivo del Lotus Maku depende del desarrollo secuencial de los estolones principales desde la corona y de la subsecuente producción de un gran número de sitios reproductivos para la formación de semillas, principalmente en los estolones laterales (Hill et al., 1990).

Desde el momento que el crecimiento vegetativo es un prerrequisito para el posterior crecimiento reproductivo, la relación entre estos dos caracteres juega un rol muy importante en la determinación del rendimiento final de semilla.

### 2.6.1 Semillazón y componentes del rendimiento de semilla

Las principales razones de obtener cosechas de bajos rendimientos es debido a la floración indeterminada (Neal, 1983 citado por Tabora et al., 1990) y la impredecible dehiscencia de las vainas (Hare et al., 1984a). Con flores recién formadas, vainas inmaduras y vainas madurando todo en la misma planta se hace difícil definir el momento óptimo de cosecha. Por otro lado Lancashire et al., (1981) también encontraron los problemas de fijar un momento óptimo de cosecha debido a la extensa floración que va desde diciembre a abril en Nueva Zelanda, y la dehiscencia de las vainas.

La competencia por asimilatos sería otra de las causas de bajo rendimiento de semilla de Lotus Maku, al producirse simultáneamente órganos vegetativos y reproductivos. Estos fotoasimilatos deben ser divididos entre las demandas creadas por las fosas vegetativas y reproductivas (Tabora et al., 1990).

Según Hare et al., (1984a), los momentos óptimos de cosecha se pueden determinar por monitoreo de los cambios que ocurren en el color de las vainas y por los días a partir de la polinización. Estos mismos autores observaron que el momento óptimo de cosecha sería de dos a cuatro días luego de que la semilla esté madura con un 35% de humedad, y las vainas se presenten marrones, con un 3-4% estalladas.

Lancashire et al., (1980) encontraron que a pesar del desgrane de las vainas maduras, se pueden reducir las pérdidas haciendo el corte cuando el 70 a 80% de las vainas hayan cambiado a color marrón.

La iniciación de estolones laterales, como sitios reproductivos potenciales, ocurre en octubre, noviembre y diciembre, limitado principalmente a los estolones principales formados desde julio hasta octubre (Hill et al., 1990).

Los estolones principales formados en mayo y junio y más de la mitad (55%) de los formados en julio no sobrevivieron a la floración. Sin embargo tuvieron influencia en el desarrollo reproductivo de los estolones formados más tardíamente, suministrando asimilatos para el crecimiento de la corona y los estolones. Si esto es cierto éstos serían importantes al afectar el número de sitios potenciales para la iniciación de estolones tardíos (agosto a noviembre) y por lo tanto afectan la extensión del crecimiento reproductivo (Hill et al., 1990).

Los estolones laterales formados en agosto, setiembre y octubre mostraron el mayor rendimiento potencial de semilla en la planta. El mayor número de estolones e inflorescencias, el mayor número de vainas y semillas y las semillas más pesadas fueron formadas en estos estolones (Hill et al., 1990).

Sin importar el mes de formación del estolón la mayor proporción (68.7%) del rendimiento total de semilla se produjo en flores presentes en noviembre. Esto resalta el hecho de que los nudos reproductivos en noviembre contribuyen al rendimiento como directo reflejo de un mayor número de inflorescencias por planta, vainas por inflorescencia, semillas por vaina y peso de las semillas (Hill et al., 1990).

Una mayor distancia entre filas y baja densidad de plantas producen más semillas por tallo floral, debido a un mayor número de umbelas por tallo, vainas por umbela, semilla por vaina y peso de las 1000 semillas (Hare, 1984b). Hare et al., (1984a) señalan que el momento de cosecha y la densidad de plantas son dos factores fundamentales para lograr altos rendimientos.

La presencia de insectos polinizadores es esencial para las especies del género Lotus, ya que las especies presentan autoincompatibilidad y los granos de polen deben ser transportados de una flor a otra. Lancashire et al., (1981) determinaron una necesidad de 4 colmenas por ha, debido a que las abejas prefieren el néctar del trébol rojo y blanco.

Hare et al., (1984a) señalan que se pueden alcanzar rendimientos de 200 a 400 kg/ha a nivel comercial y rendimientos experimentales de 880 kg/ha. Pero la media en 1982 en Nueva Zelanda fue de 89 kg/ha.

El gran crecimiento vegetativo en agosto y setiembre sugiere que estos meses aparecen como los más apropiados para la aplicación de fertilizantes fosfatados y nitrogenados, para promover el crecimiento reproductivo y la floración (Lancashire et al., 1980; Charlton et al., 1980 citados por Hill et al., 1990).

## 2.7 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

El patrón de crecimiento de Maku depende del largo del día y de la temperatura. Por lo tanto en primavera cuando se registran días largos y temperaturas óptimas ocurren las máximas tasas de crecimiento, siendo los tallos aéreos los que dominan el crecimiento. En otoño cuando disminuyen las temperaturas y se acorta el fotoperíodo se da el crecimiento de rizomas (Carámbula et al., 1994).

Lotus pedunculatus es frecuentemente conocido como intolerante al pastoreo intenso, particularmente los cultivares erectos, tetraploides (Thomas, 1935; Davis, 1969; Armstrong, 1974; Lambert et al., 1974 citados por Sheath, 1980b). Solamente donde la competencia de las especies acompañantes es mínima, como en los suelos húmedos e infértiles, parece que Lotus pedunculatus puede sobrevivir a la defoliación severa (Howell, 1948; Charlton, 1975 citados por Sheath, 1980b).

La tasa de crecimiento neta de la canopia excedió algunas veces los 100 kg MS/ha/día, pero la recuperación siempre se caracteriza por un lento rebrote durante las primeras 2-3 semanas luego de la defoliación. Esto fue particularmente evidente luego de cortes bajos e infrecuentes donde el número de tallos residuales era bajo y el rebrote dependió predominantemente de la población de rizomas (Sheath, 1980b).

En Maku, como en muchas leguminosas como Medicago sativa y Lotus corniculatus, la mayoría de los ápices en activo crecimiento son removidos durante la defoliación, y por lo tanto el rebrote inicial es altamente dependiente de la naturaleza de la población de tallos remanentes (Sheath, 1980b).

En esta especie el rebrote se basa tanto en los tallos aéreos que nacen en las yemas axilares de los tallos remanentes del rastrojo, como en los tallos aéreos que crecen desde las yemas de la corona y de los nudos de los rizomas (Carámbula et al., 1994).

Las tasas de crecimiento inicial de los tallos fue mejorada con un aumento en la frecuencia de corte y altura, porque se añaden al rebrote una mayor población de tallos aéreos del rastrojo. Sin embargo, cortes más frecuentes limitaron la expresión de las mayores tasas de crecimiento potenciales de los tallos rizomatosos y los cortes más altos determinaron pérdidas de materia seca dentro de la canopia (Sheath, 1980b).

El rebrote de los tallos del rastrojo siguieron un patrón básico, donde las tasas iniciales aumentaban pero luego declinaban a medida que los tallos de origen rizomatoso empezaban a dominar el rebrote.

Leach (1970) y Hodgkinson (1973) citados por Sheath (1980b) propusieron que en Medicago sativa la dominancia de los tallos de la corona sobre los tallos de rastrojo estaba relacionado a la competencia entre tallos por nutrientes minerales. Talés relaciones pueden también ocurrir en Lotus pedunculatus, ya que los tallos originados en los nudos de rizomas enraizados generalmente dominan a los tallos de rastrojo más superficiales.

Una mejora mínima en el número de tallos del rastrojo se obtuvo con cortes más altos (9.6 cm); lográndose mayores tasas de crecimiento de estos tallos, por períodos más largos durante el rebrote. Como en Medicago sativa (Leach, 1978, 1970; Hodgkinson, 1973), el tamaño inicial de los tallos de Lotus pedunculatus está posiblemente relacionado con las tasas de rebrote, la viabilidad del tallo y la contribución a la producción total (Sheath, 1978).

Un mejor crecimiento de los tallos del rastrojo luego de cortes altos (9.6 cm) parece estar relacionado con el crecimiento más largo y más activo de los tallos remanentes a dicho corte (Sheath, 1980b).

La frecuencia de corte afecta el rebrote de los tallos del rastrojo al determinar el máximo desarrollo de la canopia y la naturaleza del área foliar remanente. Con intervalos más extendidos (6 semanas) entre cortes se produjeron canopias finales mayores, pero el remanente tenía menos sitios potenciales para tallos del rastrojo y de área foliar (Sheath, 1980b).

Los tallos rizomatosos fueron sin duda la mayor fuente potencial de producción de tallos en Maku, sin embargo la concreción de este potencial a través de la manipulación de estrategias de defoliación fue dificultoso.

Con corte alto (9.6 cm), fueron retenidos en la canopia residual tallos rizomatosos más grandes y más activos, pero sólo pocos participaron en el rebrote. Donde los intervalos entre rebrotes se extendían, la producción de los tallos rizomatosos se mejoraba. Sin embargo, esto determinaba la defoliación de grandes canopias que resultaban en poblaciones residuales pobres de tallos rizomatosos y tallos del rastrojo y en un lento rebrote inicial (Sheath, 1980b).

En la mayoría de los rebrotes, el número de tallos rizomatosos y las tasas de crecimiento eran bajas. La lenta reconstrucción del número de tallos rizomatosos luego de la defoliación estaba asociada con el retraso de la liberación de las yemas axilares que crecen desde los nudos de los rizomas y/o la necesidad de activar la transición del rizoma subterráneo a un tallo aéreo con hojas (Sheath, 1980a).

El desarrollo inicial y el crecimiento de los tallos rizomatosos podrían también ser retrasados por su localización basal entre la canopia y su inhabilidad de crecer rápidamente en forma independiente (Heinricks et al., 1977; Sheath, 1978 citados por Sheath, 1980b).

Sheath (1980b) encontró que existen pérdidas de materia seca como consecuencia de la muerte de tallos del rastrojo y la subsecuente pérdida del material muerto. Estas pérdidas eran máximas cuando los cortes eran frecuentes y/o altos y quedaba un gran componente de tallos del rastrojo entre la canopia. Las ventajas de incrementar el rebrote de los tallos generalmente eran contrarrestados por las grandes pérdidas de materia seca (30-35 kg MS/ha/día) de canopias cortadas altas.

El rebrote rápido y temprano del Maku dependió fundamentalmente de la presencia de una población residual de tallos intactos y en activa expansión. La retención de tal población de tallos se consiguió con defoliaciones aliviadas y asegurando que no ocurrieran defoliaciones severas de canopias voluminosas. En pasturas mixtas y severamente defoliadas, los cultivares de Lotus pedunculatus diploides se comportaron mejor que Maku (Harris et al., 1973; Lambert et al., 1974 citado por Sheath, 1980b). Esta mejor performance está relacionada probablemente con la mayor habilidad de estas plantas más postradas para retener una mayor población de tallos residuales que pueden empezar el rebrote inmediatamente después de la defoliación.

Con el objetivo de mejorar el rebrote temprano y de mejorar la productividad, el material postrado diploide se comportaría mejor ante pastoreos severos y/o frecuentes, en donde el Lotus Maku no podría expresar todo su potencial.

A nivel nacional se han obtenido algunos resultados por parte de INIA Treinta y Tres. En el período primavera-estival del año 91-92 un mejoramiento de primer año, de Lotus Maku produjo 3900 kg/ha de materia seca total, siendo la fracción leguminosa un 60% del total; superando a otros mejoramientos extensivos y al campo natural (Carriquiry, 1992).

La producción otoño-invernal del mismo mejoramiento en su segundo año, fue de 2500 kg/ha de materia seca total, y 2200 kg/ha de materia seca de Lotus Maku; superando la producción del campo natural en un 574%.

La producción del primer año más el segundo invierno del mejoramiento fue de 10500 kg/ha de materia seca total (6500 kg/ha de materia seca de Maku), incrementando la producción del campo natural en un 120%.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS EDAFICAS

El trabajo se realizó en la Unidad Experimental "Palo a Pique" perteneciente al I.N.I.A. Treinta y Tres (Estación Experimental del Este) en la séptima sección del departamento de Treinta y Tres.

El experimento fue ubicado sobre la unidad de suelos Alférez, en un suelo argisol subeútrico, cuya principal característica es una secuencia de horizontes A - Bt - C, en la que el horizonte B es un argipan de textura fina y estructura compacta y gruesa.

El análisis de suelo se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de suelo de la unidad Alférez.

pH	MO %	P (BRAY)	K (meq/100 gr)
5.5	5	1.6	0.47

La producción de materia seca del campo natural es aproximadamente 3000 kg/ha/año, presentando una marcada estacionalidad como lo indica el cuadro 4.

Cuadro 4. Producción estacional (como % del total) y total (kg/ha) de una pastura natural sobre la unidad Alférez bajo un manejo de cortes cada 30 días (Ayala et al, 1993).

OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	TOTAL ANUAL
16 %	6 %	28 %	50 %	3379 kg/ha

#### 3.2 DISEÑO

El diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones en parcelas de 2 \* 5 metros. La superficie de corte fue de 6.35 m<sup>2</sup>.

### 3.3 TRATAMIENTOS

El estudio se realizó sobre un mejoramiento de Lotus pedunculatus cv Maku, sembrado en mayo de 1993. La densidad de siembra fue de 3 kg/ha, con una fertilización inicial de 60 unidades de  $P_2O_5$  por ha y refertilizaciones anuales con 40 unidades de  $P_2O_5$  por ha.

Los tratamientos consistieron en la combinación de dos frecuencias de corte, cada 30 días, simulando pastoreo continuo y cada 60 días, simulando pastoreo rotativo; dos alturas de rastrojo 2.5 cm, simulando pastoreo intenso y 7.5 cm, simulando pastoreo aliviado; y tres momentos de descanso (otoño, primavera y otoño - primavera).

El descanso de otoño tenía como objetivo que la planta pudiese acumular reservas para utilizar durante el invierno e inicio de primavera y para favorecer la expansión del sistema radicular, mientras que el descanso de primavera tenía como objetivo permitir el proceso de floración y semillazón.

El descanso de otoño comprendió los meses de febrero, marzo, abril y mayo, o sea que el crecimiento del mes de febrero que corresponde al verano se computo como crecimiento de otoño. El descanso de primavera comprendió los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, y el crecimiento de los meses de octubre y noviembre que son crecimientos de primavera se computo como crecimiento de verano.

Otoño = O

Primavera = P

Otoño y Primavera = OP

Sin descanso = SD

## Tratamientos

- 1 = 30-2.5-SD
- 2 = 30-2.5-P
- 3 = 30-2.5-OP
- 4 = 30-7.5-SD
- 5 = 60-7.5-SD
- 6 = 30-2.5-O
- 7 = 30-7.5-O
- 8 = 60-2.5-SD
- 9 = 60-7.5-O

### 3.4 DETERMINACIONES

Se realizaron observaciones sobre la evolución del mejoramiento. El primer corte se realizó en julio de 1995 y el último corte en marzo de 1997. Los cortes se hicieron en la primer semana de cada mes según el tratamiento considerado, correspondiendo éstos al crecimiento del mes anterior, o los meses anteriores (Cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Momentos de corte de cada tratamiento en cada estación durante el año 1.

TRATAM.	INVIERNO 1995			PRIMAVERA 1995			VERANO 1996			OTOÑO 1996		
	jul-95	ago-95	sep-95	oct-95	nov-95	dic-95	ene-96	feb-96	mar-96	abr-96	may-96	jun-96
30-2.5-SD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30-2.5-P	X	X	X	X				X	X	X	X	X
30-2.5-OP	X	X	X	X				X				X
30-7.5-SD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60-7.5-SD		X		X		X		X		X		X
30-2.5-O	X	X	X	X	X	X	X	X				X
30-7.5-O	X	X	X	X	X	X	X	X				X
60-2.5-SD		X		X		X		X		X		X
60-7.5-O		X		X		X		X				X

Cuadro 6. Momentos de corte de cada tratamiento en cada estación durante el año 2.

TOTAL	INVERNO 1996			PRIMAVERA 1996			VERANO 1997		
	jul-96	ago-96	sep-96	oct-96	nov-96	dic-96	ene-97	feb-97	mar-97
30-2.5-SD	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30-2.5-P	X	X	X	X				X	X
30-2.5-OP	X	X	X	X				X	
30-7.5-SD	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60-7.5-SD		X		X		X		X	
30-2.5-O	X	X	X	X	X	X	X	X	
30-7.5-O	X	X	X	X	X	X	X	X	
60-2.5-SD		X		X		X		X	
60-7.5-O		X		X		X		X	

Se pesó toda la materia verde del área de corte, de la que se retiró una muestra de aproximadamente 0.400 kg. Estas muestras eran llevadas al laboratorio de forrajeras y se separaban aproximadamente 0.200 kg para la determinación del porcentaje de materia seca a estufa a 105 °C por método estándar. Posteriormente se separaban aproximadamente 0.100 kg para análisis botánico gravimétrico por separación a mano, y se determinó el porcentaje de materia seca de la fracción leguminosa y del resto. La fracción resto estaba compuesta por las fracciones gramíneas y malezas.

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis estadístico de todos los tratamientos por estación y por año; análisis estadístico de todos los tratamientos comparando una misma estación en los dos años estudiados; y análisis estadístico de los tratamientos sin descanso, para determinar la existencia de interacciones entre variables.

A los efectos del análisis estadístico se considero al verano como los meses de diciembre, enero y febrero; al otoño como los meses de marzo, abril y mayo; al invierno como junio, julio y agosto, y a la primavera como los meses de setiembre, octubre y noviembre.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 RESULTADOS AÑO 1

El año 1 comprendió cuatro estaciones, invierno 1995, primavera 1995, verano 1996 y otoño 1996.

##### 4.1.1 Invierno 1995

Como lo muestra el cuadro 7 los mayores rendimientos fueron obtenidos en los tratamientos cortados cada 30 días a 2.5 cm, no presentando diferencias significativas entre ellos; mientras que los menores rendimientos fueron observados en tratamientos cortados cada 60 y 30 días a 7.5 cm de altura.

Cuadro 7. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del invierno 1995.

				TOTAL	TRATAMIENTO
A				389.0	30-2.5-O
A				335.7	30-2.5-SD
A				332.7	30-2.5-OP
A	B			306.7	30-2.5-P
A	B	C		247.3	60-2.5-SD
	B	C	D	182.0	60-7.5-O
		C	D	140.3	60-7.5-SD
			D	46.7	30-7.5-O
			D	36.3	30-7.5-SD

MDS 5% = 147.9 kg/ha

CV = 22.7%

En dicho período la variable descanso no afectó a la producción de materia seca total, debido a que recién se iniciaba el experimento. En esta ocasión la altura de corte fue la variable determinante en los rendimientos; mientras que la frecuencia tuvo menor incidencia debido probablemente a que las condiciones adversas del invierno no permitieron altas tasas de crecimiento de forraje.

Con respecto al componente leguminosa, se observan en el Cuadro 8 las mismas tendencias. La altura de corte fue la variable que determinó la diferencia entre los tratamientos, siendo ésta para el caso de Maku de mayor incidencia que para la materia seca total.

Cuadro 8. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del invierno 1995.

		MAKU	TRATAMIENTO
A		273.3	30-2.5-O
A	B	248.0	30-2.5-SD
A	B	230.0	30-2.5-OP
A	B	194.7	60-2.5-SD
	B	177.0	30-2.5-P
	C	17.3	60-7.5-O
	C	15.7	60-7.5-SD
	C	3.0	30-7.5-O
	C	2.3	30-7.5-SD

MDS (5%) = 95.1 kg/ha

CV = 25.4%

Los bajos registros observados en los tratamientos con rastrojos de 7.5 cm se debieron a que en esta especie los mayores crecimientos de invierno, se dan por debajo de esta altura de defoliación.

La presencia de Lotus Maku aumentó al final de la estación, en el corte de setiembre como se observa en el Cuadro 32 (Anexos).

Estos resultados no concuerdan con los registrados por Carriquiry (1992), que destacó la contribución invernal de un mejoramiento con Lotus Maku; ello podría deberse a que en este caso las condiciones climáticas invernales fueron más benignas.

#### 4.1.2 Primavera 1995

La producción de materia seca en esta estación, como era de esperar, fue superior a la producida en invierno. Se destacó el tratamiento 60-2.5-SD, con un rendimiento de 4453.0 kg/ha, el que fue significativamente mayor al resto de los tratamientos. Ello se debe a que el mismo acumuló forraje durante los meses de octubre y noviembre, y a que la altura de corte permitió una alta eficiencia de cosecha (Cuadro 9 y Cuadro 32, Anexos).

Los restantes tratamientos rotativos no se destacaron probablemente porque la altura de corte de 7.5 cm no permitió cosechar todo lo producido, subestimando de esta manera la producción de forraje.

Cuadro 9. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) de la primavera 1995.

		TOTAL	TRATAMIENTO
A		4453.0	60-2.5-SD
	B	3215.7	30-2.5-SD
	B	2995.3	60-7.5-O
	B	2934.0	60-7.5-SD
	B	2758.0	30-2.5-O
	B	2736.3	30-7.5-O
	B	2295.7	30-7.5-SD
	C	338.0	30-2.5-OP
	C	301.0	30-2.5-P

MDS 5% = 1039.8 kg/ha

CV = 14.6%

Los tratamientos con descanso en primavera fueron los que ofrecieron menor rendimiento, produciendo sólo alrededor de 300 kg/ha, forraje este compuesto exclusivamente por la leguminosa. Ello se debería a que al encontrarse los dos tratamientos en descanso solo se registró el crecimiento de setiembre (Cuadro 32, Anexos).

El resto de los tratamientos mostraron rendimientos de materia seca intermedios e iguales estadísticamente entre sí.

Para la leguminosa hubo un comportamiento más uniforme entre los tratamientos, manteniéndose el mismo orden que para la producción de materia seca total (Cuadro 10). Se observa que para una misma altura de corte, los tratamientos con cortes cada 60 días presentaron mayores rendimientos de Maku. Esto se debió posiblemente a que los tratamientos rotativos permanecieron más tiempo con máximas tasas de producción de forraje; mientras que los tratamientos cortados cada 30 días siempre estuvieron en el período de rebrote, el cual en esta especie es lento, ofreciendo menores rendimientos.

Cuadro 10. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) de la primavera 1995.

				MAKU	TRATAMIENTO
A				3367.7	60-2.5-SD
A	B			2618.7	30-2.5-SD
	B	C		2339.3	30-2.5-O
	B	C		2327.0	60-7.5-SD
	B	C		2188.3	60-7.5-O
	B	C		2038.0	30-7.5-O
		C		1667.0	30-7.5-SD
			D	374.7	30-2.5-OP
			D	312.7	30-2.5-P

MDS 5% = 807.1 kg/ha  
 CV =14.5%

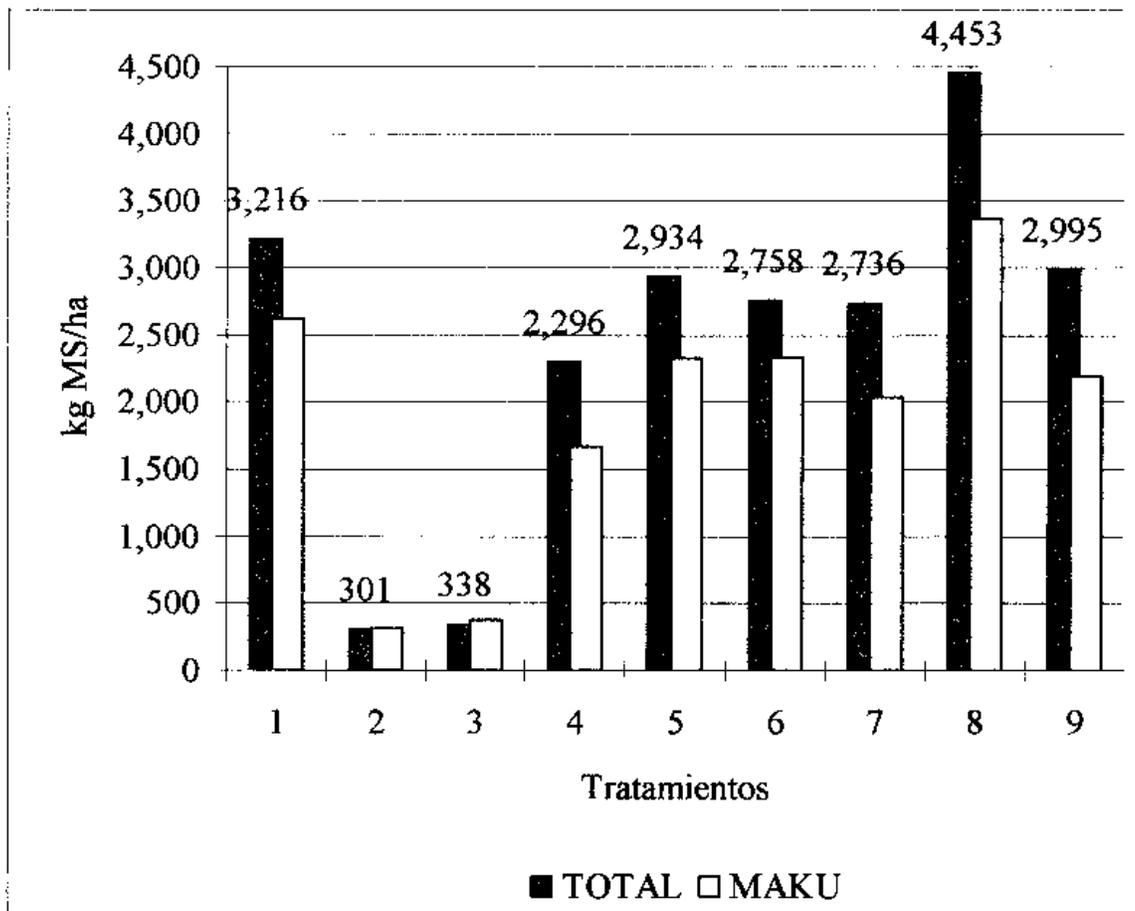


Figura 1. Rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku (kg/ha) de la primavera 1995.

Se destaca en todos los tratamientos (excepto 2 y 3) el importante aporte de materia seca por parte de Maku sobre el total de forraje producido (Figura 1). Esto indicaría que Lotus Maku comienza su producción primaveral antes que el campo natural.

#### 4.1.3 Verano 1996

La producción de materia seca total en verano fue muy baja y semejante a la producción del invierno 1995 (cuadro 7 y cuadro 11). Una de las causas de este comportamiento pudo ser la consecuencia de las bajas precipitaciones registradas en esta estación (131.1 mm en diciembre, enero y febrero) (Cuadro 34, Anexos).

Cuadro 11. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del verano 1996.

			TOTAL	TRATAMIENTO
A			2779.0	30-2.5-P
	B		2075.7	30-2.5-OP
		C	259.3	30-2.5-SD
		C	185.3	30-2.5-O
		C	176.7	60-2.5-SD
		C	158.0	30-7.5-SD
		C	113.7	30-7.5-O
		C	97.7	60-7.5-SD
		C	83.7	60-7.5-O

MDS 5% = 411.4 kg/ha

CV = 21.5%

En esta estación se destacan los dos tratamientos que tuvieron descanso en primavera, por lo que pudieron acumular forraje durante dicho período. Ambos tratamientos (30-2.5-P y 30-2.5-OP) fueron estadísticamente superiores al resto y diferentes entre sí (Cuadro 11).

El resto de los tratamientos presentaron poca producción de materia seca, inclusive los rotativos que tuvieron el mes de diciembre y enero para acumular forraje.

Con respecto al rendimiento de Lotus Maku, los dos tratamientos con descanso en primavera superaron al resto de los tratamientos, con diferencias significativas. A diferencia con la materia seca total, los rendimientos de estos tratamientos fueron iguales estadísticamente (Cuadro 12).

Cuadro 12. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del verano 1996.

		MAKU	TRATAMIENTO
A		674.7	30-2.5-OP
A		621.7	30-2.5-P
	B	24.0	30-2.5-SD
	B	24.0	60-2.5-SD
	B	18.3	30-2.5-O
	B	13.0	30-7.5-O
	B	9.3	30-7.5-SD
	B	5.3	60-7.5-SD
	B	4.7	60-7.5-O

MDS 5% = 98.31 kg/ha

CV = 21.8%

Al igual que en el invierno 1995 los tratamientos con corte a 7.5 cm de altura siguieron siendo los de menor rendimiento, lo que induce a pensar que dicha altura de corte no permite al Maku por su porte semipostrado, expresar su producción de forraje en las estaciones de poco crecimiento.

Se observa que en esta estación para todos los tratamientos, incluso para los que tuvieron descanso en primavera, el campo natural fue el componente que hizo el mayor aporte mientras que Maku creció muy poco (Figura 2).

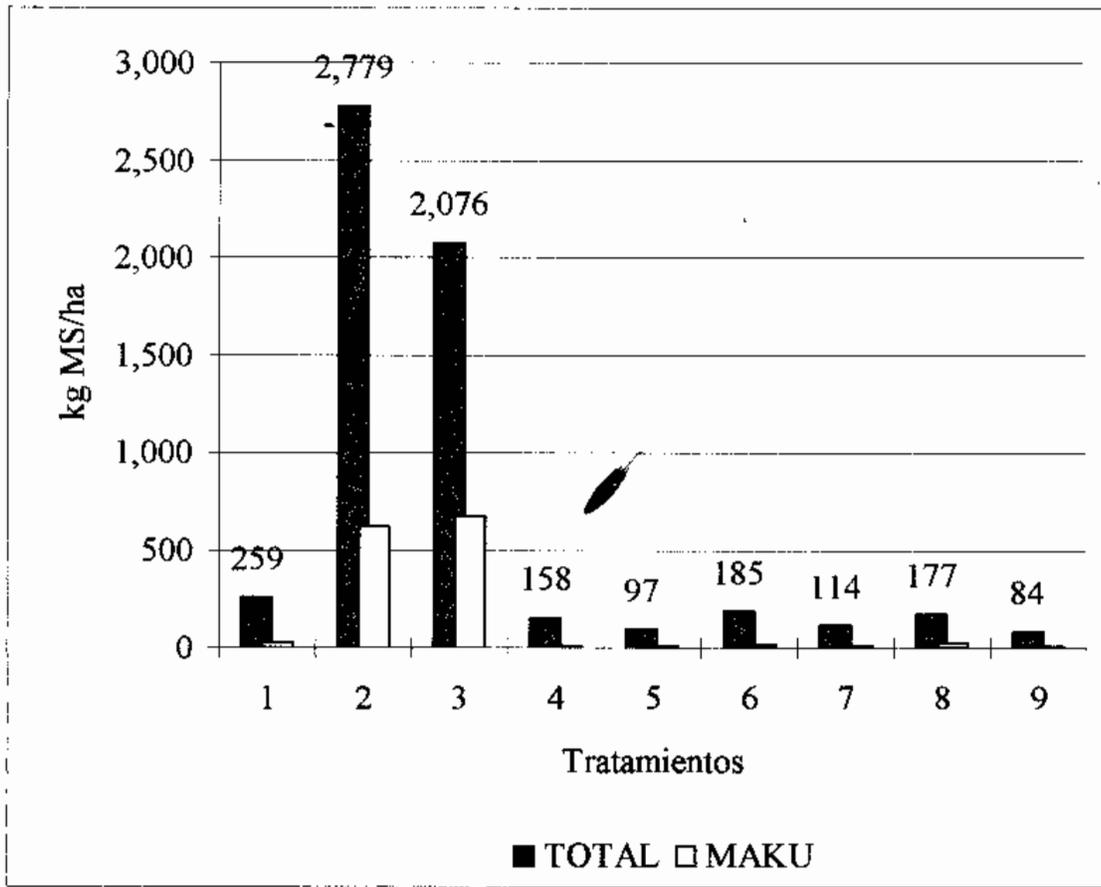


Figura 2. Rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku (kg/ha) del verano 1996.

#### 4.1.4 Otoño 1996

Los tratamientos con mayores rendimientos fueron aquellos que tuvieron descanso de otoño, durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo. Los rotativos presentaron una buena producción, debido a que estos tratamientos también pudieron acumular materia seca en dicho período (Cuadro 13).

Cuadro 13. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del otoño 1996.

			TOTAL	TRATAMIENTO
A			2283.3	30-7.5-0
A			2219.7	30-2.5-OP
A			1985.7	60-7.5-0
A	B		1619.3	30-2.5-0
A	B		1600.0	60-7.5-SD
	B	C	1075.0	60-2.5-SD
		C	595.0	30-7.5-SD
		C	546.7	30-2.5-P
		C	429.3	30-2.5-SD

MDS 5% = 792.6 kg/ha

CV = 19.8%

Contrariamente a lo esperado los tratamientos con corte a 2.5 cm no se diferenciaron estadísticamente de aquellos con altura de corte a 7.5 cm.

En la fracción Lotus Maku se presentaron las mismas tendencias (Cuadro 14).

Cuadro 14. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del otoño 1996.

				MAKU	TRATAMIENTO
A				1292.3	30-2.5-OP
A				1161.3	30-7.5-O
A	B			1049.0	60-7.5-O
A	B	C		831.0	30-2.5-O
	B	C	D	564.0	60-7.5-SD
		C	D	460.7	60-2.5-SD
			D	243.3	30-2.5-P
			D	225.0	30-7.5-SD
			D	131.0	30-2.5-SD

MDS 5% = 509.6 kg/ha  
CV = 26.5%

En esta estación para los tratamientos sin descanso e igual frecuencia de defoliación, aquellos con altura de corte 7.5 cm siempre mostraron una tendencia a rendir más que con corte a 2.5 cm. Este comportamiento podría deberse a que el tratamiento de rastrojo a 2.5 cm afectó sensiblemente la capacidad de recuperación en el verano inmediato anterior.

#### 4.1.5 Año 1 acumulado

Si bien el ranking de los tratamientos para la producción de materia seca total y de materia seca de Lotus Maku no es el mismo, se mantienen las mismas tendencias. Es decir que los mejores tratamientos para materia seca total, también fueron los mejores para Maku (Cuadro 15 y 16).

Los rendimientos más altos de materia seca total fueron obtenidos por los tratamientos rotativos y/o con descanso en otoño. Es interesante destacar que los tratamientos con corte a 7.5 cm (aliviado) y descanso en otoño tuvieron las más altas producciones (Cuadro 15).

Cuadro 15. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) desde julio 95 a junio 96.

			TOTAL	TRATAMIENTO
A			5952.0	60-2.5-SD
A	B		5246.7	60-7.5-O
A	B		5180.3	30-7.5-O
A	B		4966.3	30-2.5-OP
A	B		4951.0	30-2.5-O
A	B		4771.7	60-7.5-SD
	B	C	4239.7	30-2.5-SD
	B	C	3933.7	30-2.5-P
	B	C	3084.7	30-7.5-SD

MDS (5%)= 1580.9 kg/ha.

CV = 11.6%

Para el caso de Maku se observó que con cortes más intensos se lograron mayores niveles de aprovechamiento, debido a su hábito de crecimiento semipostrado (Cuadro 16).

Cuadro 16. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) desde julio 95 a junio 96.

				MAKU	TRATAMIENTO
A				4063.7	60-2.5-SD
A	B			3461.6	30-2.5-O
A	B			3259.7	60-7.5-O
A	B			3222.3	30-7.5-O
	B			3042.8	30-2.5-SD
	B			2911.7	60-7.5-SD
	B	C		2572.1	30-2.5-OP
		C	D	1909.0	30-7.5-SD
			D	1354.7	30-2.5-P

MDS (5%)= 1005.5 kg/ha

CV = 12.1%

El tratamiento 60-2.5-SD fue el de mayor rendimiento tanto en materia seca total como en Lotus Maku. Esto se debió a que la frecuencia de corte cada 60 días permitió que la leguminosa alcanzara altas tasas de crecimiento, principalmente en primavera, ya que el rebrote inicial durante las dos a tres primeras semanas es lento (Sheath, 1981). Por otro lado la intensidad de corte, 2.5 cm, permitió un mejor aprovechamiento de Lotus Maku.

Los tratamientos con descanso en primavera no se destacaron a pesar de acumular mucha materia seca en esta estación, debido probablemente a que las pérdidas por muerte y descomposición de Lotus Maku determinó una baja producción neta de forraje.

Los tratamientos que le siguen en importancia indican que el descanso de otoño, independientemente de la frecuencia y altura de corte, es muy importante para esta especie.

En esta época del año en Lotus Maku crecen los nuevos rizomas y se da el enraizamiento, así como se produce la acumulación de reservas. Esto es fundamental para la propagación, colonización y persistencia de la especie. Los pastoreos severos en otoño debilitan notablemente las plantas al reducir en forma sensible las reservas necesarias para pasar el invierno y proveer un buen rebrote en primavera (Carámbula et al., 1994).

## 4.2 RESULTADOS AÑO 2

El año dos comprendió tres estaciones, invierno 1996, primavera 1996 y verano 1997.

### 4.2.1 Invierno 1996

En esta estación se registró menor producción de materia seca total que en el invierno 1995 (Cuadro 7 y Cuadro 17).

Cuadro 17. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del invierno 1996.

				TOTAL	TRATAMIENTO
A				319.0	30-2.5-OP
A	B			278.3	30-2.5-O
A	B	C		167.7	30-2.5-SD
	B	C	D	154.0	60-7.5-O
	B	C	D	132.7	60-7.5-SD
	B	C	D	131.3	30-7.5-O
	B	C	D	125.3	30-2.5-P
		C	D	75.7	30-7.5-SD
			D	6.00	60-2.5-SD

MDS (5%) = 156.8 kg/ha

CV = 34.9%

Únicamente el tratamiento, 60-2.5-SD, presentó una producción muy baja. No se encontró explicación para este resultado, sobretodo teniendo en cuenta los mejores rendimientos de otros tratamientos rotativos.

Los tratamientos con descanso en otoño y altura de corte 2.5 cm son los que presentaron mayor producción de materia seca total (Cuadro 17).

Para el caso del Lotus Maku se mantienen las tendencias observadas en el año anterior. El tratamiento 60-2.5-SD fue el único que no presentó producción, a pesar de ser rotativo y altura de corte 2.5 cm (Cuadro 18).

Cuadro 18. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del invierno 1996.

				MAKU	TRATAMIENTO
A				199.7	30-2.5-O
A				193.3	30-2.5-OP
	B			67.3	30-2.5-SD
	B	C		57.0	30-2.5-P
		C	D	21.7	30-7.5-O
		C	D	18.3	60-7.5-SD
			D	4.7	60-7.5-O
			D	3.0	30-7.5-SD
			D	0.0	60-2.5-SD

MDS (5%) = 41.8 kg/ha

CV = 22.9%

Los datos confirman que para el invierno, debido a la poca producción de materia seca y el hábito de crecimiento del Lotus Maku, la altura de corte es determinante de los rendimientos obtenidos. El descanso de otoño no tuvo una marcada influencia en los rendimientos de invierno, debido probablemente a que al final de aquella estación se cortaron todos los tratamientos, no habiendo forraje diferido hacia el invierno.

#### 4.2.2 Primavera 1996

En esta estación, al igual que en la primavera anterior, se registró gran producción de materia seca, pero con menores rendimientos. El orden de producción para ambos casos es similar (Cuadro 9 y Cuadro 19).

Cuadro 19. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) de la primavera 1996.

		TOTAL	TRATAMIENTO
A		4108.3	60-2.5-SD
	B	2823.3	30-2.5-SD
	B	2680.7	60-7.5-O
	B	2245.7	60-7.5-SD
	B	2238.3	30-2.5-O
	B	2074.3	30-7.5-SD
	B	2011.3	30-7.5-O
	C	330.7	30-2.5-P
	C	297.7	30-2.5-OP

MDS (5%) = 1275.9 kg/ha.

CV = 21.0%

Se observa que la intensidad de corte es más importante que la frecuencia en la determinación del rendimiento de materia seca total.

Se destacó el tratamiento 60-2.5-SD, debido a que combinó altura de corte intensa y frecuencia rotativa (Cuadro 19). Del mismo cuadro también se desprende que los tratamientos con descanso en otoño tuvieron rendimientos intermedios, sin observarse claramente el efecto de este descanso sobre la producción de materia seca total ni sobre la del Lotus Maku.

En el tratamiento 30-2.5-SD (tratamiento 1), que fue el segundo en producción total, se destaca un gran aporte por parte del campo natural y muy baja de Lotus Maku (Figura 3). También es importante la disminución del rendimiento de Lotus Maku con respecto a primavera de 1995 (2619 kg/ha vs 761 kg/ha respectivamente), que podría deberse a la ausencia de un descanso de otoño, período en el cual la especie acumula reservas y desarrolla su sistema subterráneo.

Por otro lado se observa que el tratamiento 30-7.5-SD, si bien no tiene descanso, parecería que la intensidad de corte, dejando un mayor rastrojo, simularía de alguna manera un descanso (Cuadro 19).

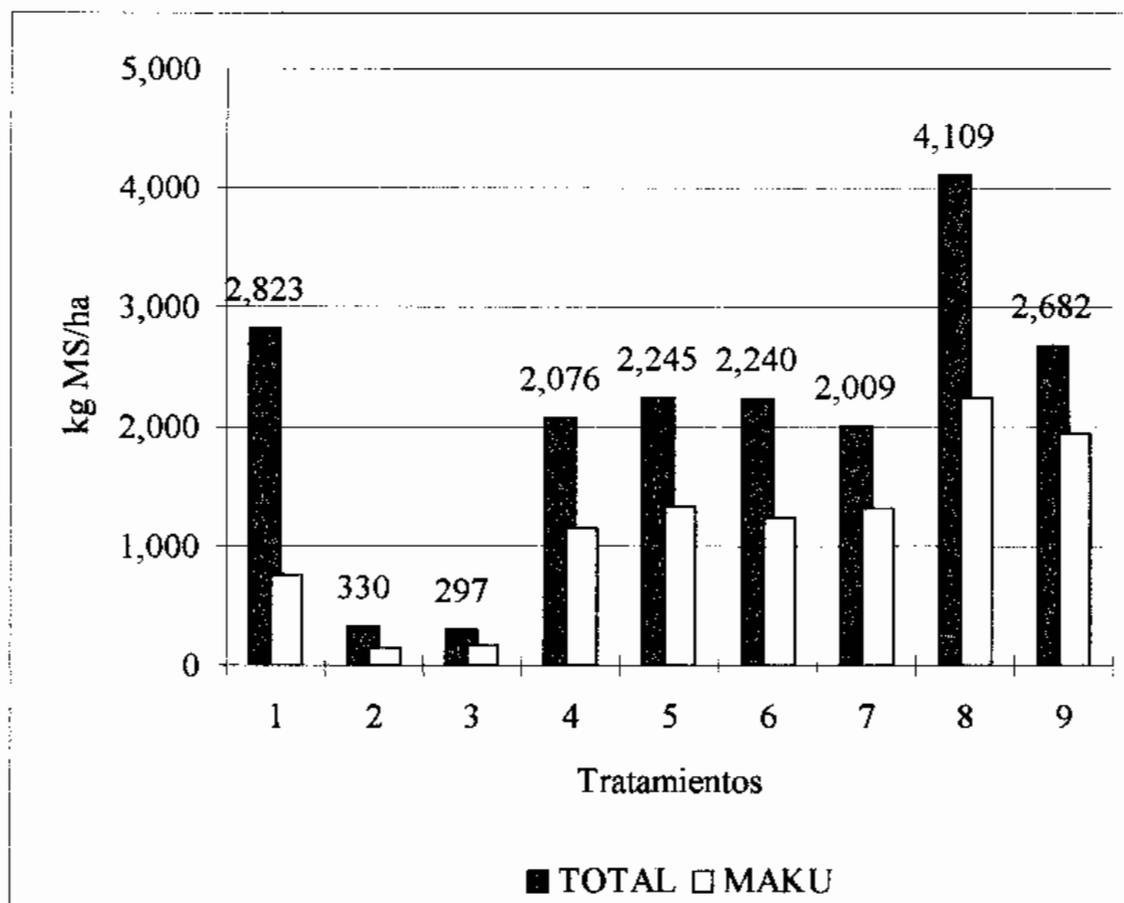


Figura 3. Rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku (kg/ha) de la primavera 1996.

Cuadro 20. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) de la primavera 1996.

			MAKU	TRATAMIENTO
A			2245.3	60-2.5-SD
A	B		1939.3	60-7.5-O
A	B	C	1334.3	60-7.5-SD
A	B	C	1313.3	30-7.5-O
A	B	C	1233.7	30-2.5-O
A	B	C	1143.0	30-7.5-SD
	B	C	760.7	30-2.5-SD
		C	170.3	30-2.5-OP
		C	147.7	30-2.5-P

MDS (5%) = 1220.8 kg/ha

CV = 36.8%

Para el caso de Maku, según el análisis estadístico, comparando los tratamientos sin descanso, se muestra que la frecuencia de corte fue la variable determinante en la producción de materia seca y que la intensidad de corte no afectó su rendimiento; mientras que lo hizo en la producción de materia seca total (Cuadro 31).

El ranking de Lotus Maku se presenta igual en ambas primaveras, pero con rendimientos más uniformes y menor producción en 1997.

#### 4.2.3 Verano 1997

En general todos los tratamientos produjeron más que el verano anterior, probablemente debido a las mayores precipitaciones en el mes de diciembre de 1996 (68.9 mm vs 13.7 mm) (Cuadro 34, Anexos).

Cuadro 21. Producción de materia seca total (kg/ha) del verano 1997.

		TOTAL	TRATAMIENTO
A		3394.7	30-2.5-P
	B	1089.3	30-2.5-OP
	B	1081.0	30-2.5-SD
	B C	670.3	30-7.5-SD
	B C	576.0	30-2.5-O
	C	356.0	30-7.5-O
	C	338.7	60-7.5-SD
	C	248.7	60-2.5-SD
	C	167.7	60-7.5-O

MDS (5%) = 714.6 kg/ha.

CV = 27.9%

El tratamiento 30-2.5-P que tuvo descanso solamente en primavera produjo un 311% más forraje que el tratamiento 30-2.5-OP que tuvo descanso en primavera y otoño. La diferencia estuvo en la producción y acumulación de forraje del campo natural en los meses de descanso (Cuadro 33, Anexos).

El tratamiento 30-2.5-SD presentó una producción de forraje muy superior a la del verano anterior (Cuadro 11 y Cuadro 21). No se encuentra explicación a estos aumentos de producción tan pronunciados entre años.

Cuadro 22. Rendimiento de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del verano 1997.

					MAKU	TRATAMIENTO
A					842.3	30-2.5-P
	B				327.7	30-2.5-OP
	B	C			220.3	30-2.5-SD
	B	C	D		210.7	30-7.5-SD
		C	D	E	45.7	30-2.5-O
		C	D	E	40.3	30-7.5-O
		C	D	E	35.0	60-7.5-SD
			D	E	31.3	60-2.5-SD
				E	12.7	60-7.5-O

MDS (5%) = 185.9 kg/ha.

CV = 32.6%

El componente leguminosa sigue las mismas tendencias que la materia seca total.

Para los tratamientos con descanso en primavera, 30-2.5-P y 30-2.5-OP, se esperaban rendimientos similares entre si. El 30-2.5-OP no se comportó de esa manera, y la diferencia fue debida básicamente a la producción del campo natural, 2240 kg/ha vs 747 kg/ha, ya que en Lotus Maku la diferencia fue menor 840 kg/ha vs 328 kg/ha, entre estos tratamientos (Cuadro 21 y Cuadro 22). No se encontró explicación a la diferencia de producción de campo natural entre estos dos tratamientos.

A diferencia con el verano 1996 en el cual se registró menor producción de Lotus Maku, en el verano 1997, la frecuencia fue la variable más importante en la determinación del rendimiento. (Cuadro 30).

#### 4.2.4 Año 2 acumulado

A diferencia del período pasado no se evaluó el otoño, por lo tanto estos dos períodos no son comparados.

Los tratamientos con altura de corte a 2.5 cm fueron los que presentaron mayores rendimientos, a excepción del 30-2.5-OP (Cuadro 23). El tratamiento 60-2.5-SD fue nuevamente, para este año, el de mayor producción.

Cuadro 23. Rendimiento de materia seca total (kg/ha) del año 2.

				TOTAL	TRATAMIENTO
A				4363.0	60-2.5-SD
A	B			4072.3	30-2.5-SD
A	B	C		3850.7	30-2.5-P
A	B	C	D	3092.7	30-2.5-O
A	B	C	D	3002.3	60-7.5-O
	B	C	D	2820.7	30-7.5-SD
	B	C	D	2715.7	60-7.5-SD
		C	D	2500.0	30-7.5-O
			D	1706.3	30-2.5-OP

MDS (5%) = 1517.5 kg/ha

CV = 16.7%

En este año la producción total de materia seca es resultado básicamente del crecimiento de primavera 1996, debido a las bajas producciones de invierno y verano (Cuadro 33, Anexos).

Cuadro 24. Producción de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) del año 2.

				MAKU	TRATAMIENTO
A				2276.7	60-2.5-SD
A	B			1957.3	60-7.5-O
A	B	C		1478.7	30-2.5-O
A	B	C		1387.7	60-7.5-SD
A	B	C		1375.0	30-7.5-O
A	B	C		1357.0	30-7.5-SD
	B	C		1048.7	30-2.5-SD
	B	C		1047.0	30-2.5-P
		C		691.7	30-2.5-OP

MDS (5%) = 1219.9 kg/ha.

CV = 29.9%

La producción de forraje de Maku fue coincidente con la producción de materia seca total, con gran aporte en primavera, mientras que en invierno y verano ésta decayó.

### 4.3 COMPARACIÓN ENTRE AÑOS

El periodo de estudio no fue lo suficientemente largo como para poder determinar con algún grado de seguridad el efecto de los tratamientos sobre la persistencia del mejoramiento. Pero con el objetivo de observar alguna tendencia inicial se realizó la comparación de una misma estación, excepto otoño, para los dos años de estudio. Si bien hubo diferencias entre los años, estos se deben principalmente a los efectos del clima.

#### 4.3.1 Invierno 1995 vs Invierno 1996

Con respecto a la producción de materia seca total hubo diferencia entre los años 1995 y 1996 (Cuadro 25). Hay que tener en cuenta que el invierno 1995 fue el inicio del experimento, y los posibles efectos residuales de los diferentes tratamientos no existen para esta estación.

Cuadro 25. Comparación de producción de materia seca total (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos inviernos.

	TOTAL	AÑO
A	224.1	95
B	154.4	96

MDS (5%) = 28.8 kg/ha  
CV = 26.6%

Como se ve en el Cuadro 26 para Maku también hubo diferencias en la producción entre años.

Cuadro 26. Comparación de producción de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos inviernos.

	MAKU	AÑO
A	129.0	95
B	62.8	96

MDS (5%) = 12.5 kg/ha  
CV = 22.8%

Los menores rendimientos tanto en materia seca total como en Lotus Maku pueden deberse a condiciones climáticas desfavorables del invierno 1996, con menores precipitaciones (129.3 mm vs 422.2 mm) y mayor número de heladas (45 vs 33) y (Cuadro 34 y 35 respectivamente, Anexos).

#### 4.3.2 Primavera 1995 vs Primavera 1996

En esta estación también hay diferencias entre años, y nuevamente en el año 1995 se registró una mayor producción de materia seca total y de Lotus Maku. (Cuadro 27).

Cuadro 27. Comparación de producción de materia seca total (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambas primaveras.

	TOTAL	AÑO
A	2447.4	95
B	2090.0	96

MDS (5%) = 182.8 kg/ha  
CV = 14.1%

Cuadro 28. Comparación de producción de materia seca de Lotus Maku (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambas primaveras.

	MAKU	AÑO
A	1914.9	95
B	1143.1	96

MDS (5%) = 211.3 kg/ha  
CV = 24.2 %

Se debe resaltar que las diferencias en el caso de Lotus Maku fueron mayores que para la producción de materia seca total.

Las condiciones climáticas (precipitaciones y heladas) fueron similares en los dos años, por lo tanto las causas de las diferencias en producción podrían ser debidas entre otras razones al efecto residual negativo del invierno 1996.

De los cuadros 32 y 33 (Anexos) comparando ambas estaciones, se puede observar que el tratamiento 30-2.5-SD tuvo una gran disminución del rendimiento de Lotus Maku y un gran aumento de la fracción resto en la primavera de 1996 con respecto a la primavera de 1995, siendo la diferencia de materia seca total moderada (392.4 kg MS/ha). Para el resto de los tratamientos se observa la misma tendencia, menores rendimientos de Lotus Maku y mayores del resto.

#### 4.3.3 Verano 1996 vs Verano 1997

Como lo indica el Cuadro 29, en este caso también hay diferencias en producción entre los dos veranos. A diferencia con las dos estaciones anteriores, fue el segundo verano el que obtuvo mayor rendimiento de materia seca total y de Lotus Maku.

Cuadro 29. Comparación de producción de materia seca total (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos veranos.

	TOTAL	AÑO
A	880.3	97
B	658.8	96

MDS (5%) = 83.2 kg/ha  
CV = 18.9%

En Lotus Maku también se registraron diferencias entre veranos a favor de 1997 (Cuadro 30).

Cuadro 30. Comparación de producción de materia seca Lotus Maku (kg/ha) promedio de todos los tratamientos para ambos veranos.

	MAKU	AÑO
A	196.2	97
B	155.0	96

MDS (5%) = 19.5 kg/ha  
CV = 19.4%

En esta estación, la producción de forraje como se dijo anteriormente es baja, sin embargo se registraron diferencias de importancia en la fracción resto (cuadros 32 y 33 Anexos), las que se deben probablemente a las mayores precipitaciones registradas en el mes de diciembre (Cuadro 34 Anexos), lo que produjo un efecto positivo mayor en el campo natural que en el Lotus Maku.

#### 4.4 ANÁLISIS DE TRATAMIENTOS SIN DESCANSO

Con el análisis estadístico de los tratamientos sin descanso se intenta esclarecer que variable afecta en mayor medida a la producción de materia seca de Lotus Maku.

No se puede afirmar estrictamente que variable es más importante a lo largo de todo el período, sin embargo se pueden confirmar algunas tendencias mencionadas a lo largo del análisis estacional.

En las estaciones donde se registraron bajos rendimientos, la intensidad fue la variable más importante en la determinación del rendimiento. Por otro lado en las estaciones con altos rendimientos la frecuencia, fue la variable más importante, a través de la acumulación de forraje.

También se observa que en los inviernos de 1995 y de 1996, y en la primavera de 1996 existió interacción entre las variables frecuencia e intensidad (Cuadro 31).

Cuadro 31. Significancia (5%) en la producción de materia seca de Lotus Maku de las variables frecuencia e intensidad, y su interacción.

	FREC	INT	FREC*INT
INV 1995	sig = 0.0313	sig = 0.0001	sig = 0.0035
PRI 1995	sig = 0.0193	sig = 0.0042	no sig = 0.8479
VER 1996	no sig = 0.3595	sig = 0.0002	no sig = 0.3595
OTO 1996	sig = 0.0045	no sig = 0.2763	no sig = 0.8416
INV 1996	sig = 0.0005	sig = 0.0009	sig = 0.0001
PRI 1996	sig = 0.0056	no sig = 0.2321	sig = 0.0174
VER 1997	sig = 0.0001	no sig = 0.8936	no sig = 0.7670

Se graficaron los rendimientos promedio de los tratamientos sin descanso con altura de corte 2.5 cm y frecuencia 30 y 60 días; y los rendimientos promedio con altura de corte 7.5 cm y frecuencia 30 y 60 días, para las estaciones que presentaron interacción.

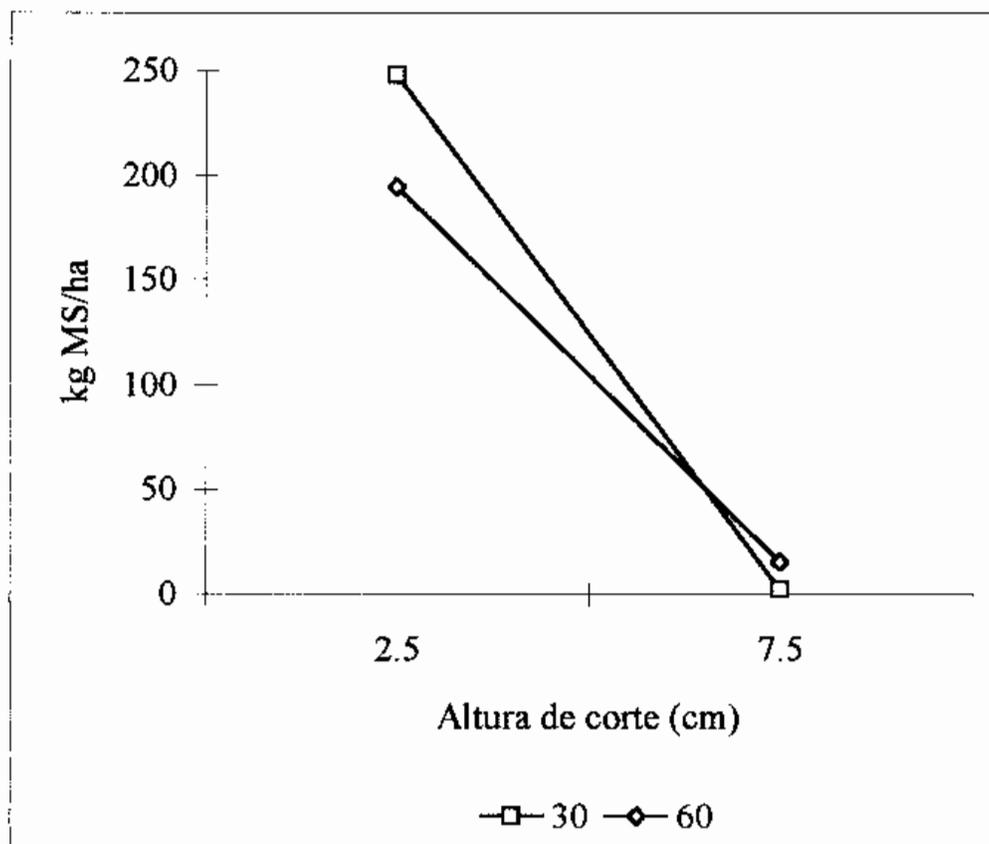


Figura 4. Interacción entre las variables frecuencia e intensidad en el invierno 1995.

La figura 4 muestra que en el invierno de 1995 los máximos rendimientos se lograron con la altura de corte a 2.5 cm, independientemente de la frecuencia. También se observa, que para cada altura de corte no hay una frecuencia que sea netamente superior a la otra, en términos de materia seca de Lotus Maku (kg/ha).

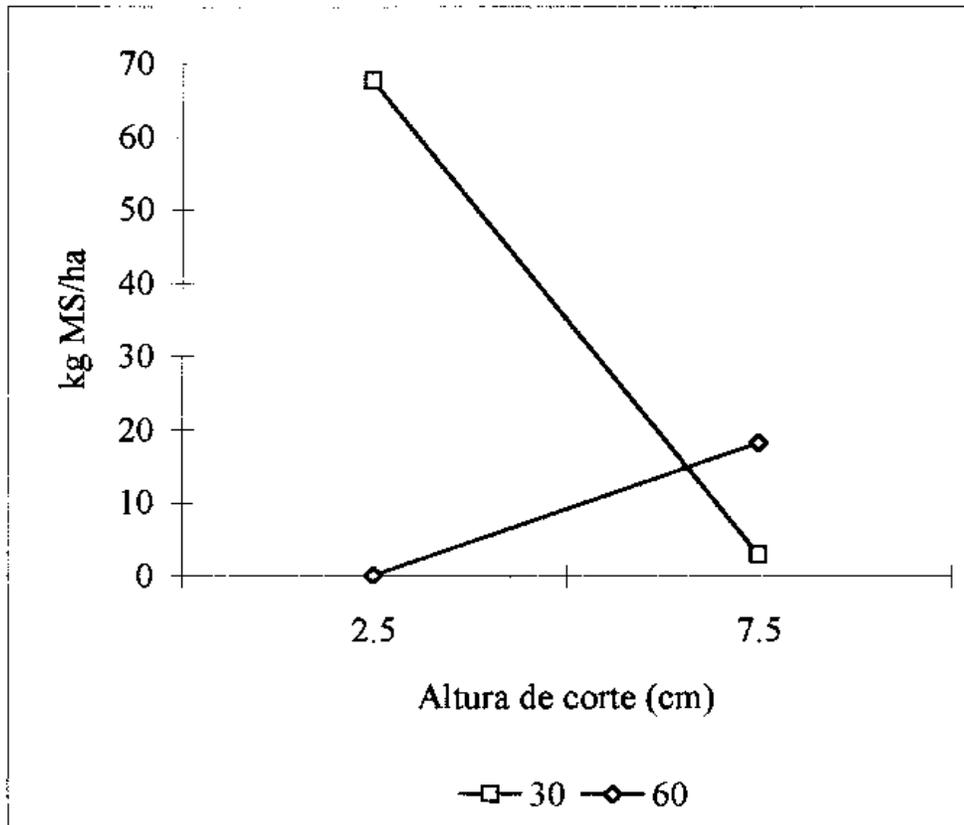


Figura 5. Interacción entre las variables frecuencia e intensidad en el invierno 1996.

En el invierno de 1996, donde también se detectó interacción, se observa que para corte continuo (30 días) el mayor rendimiento se obtuvo con altura de corte 2.5 cm; mientras que con corte rotativo (60 días) el máximo rendimiento se alcanzó con cortes a 7.5 cm de altura (Figura 5).

La diferencia de los rendimientos de Lotus Maku entre las frecuencias de corte, para la altura de corte 2.5 cm, observadas en ambos inviernos, son de igual magnitud (Figura 4 y 5).

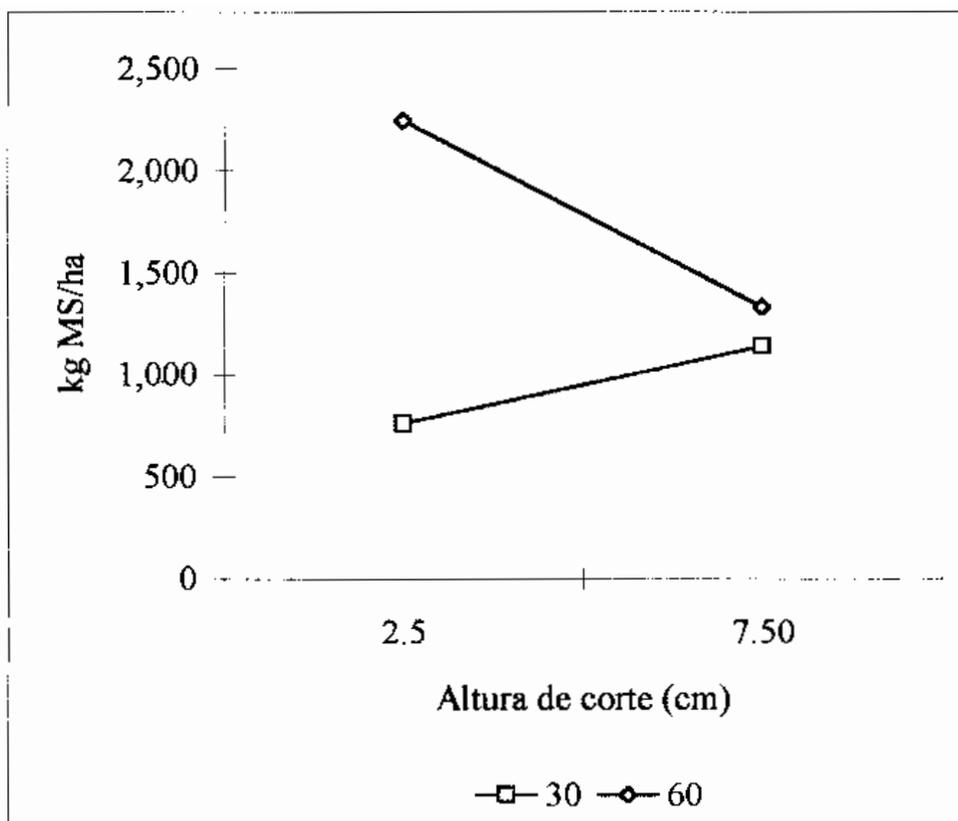


Figura 6. Interacción entre las variables frecuencia e intensidad en la primavera 1996.

En la primavera 1996, se observa que con la frecuencia de corte cada 60 días, independientemente de la altura de corte, se alcanzaron rendimientos mayores que para la frecuencia cada 30 días. Pero con cortes cada 60 días fue con la altura de corte 2.5 cm que se alcanzó el rendimiento más alto de Lotus Maku (Figura 6).

## **5. CONCLUSIONES**

La producción estacional de Lotus Maku presentó un pico máximo en primavera y otro de menor magnitud en otoño; con baja producción en verano e invierno.

En cada estación se destacaron los mismos tratamientos en ambos años. El tratamiento que logró los máximos rendimientos en una estación no lo hizo en las otras estaciones.

La intensidad de corte (2.5 cm) fue la variable más importante en la determinación del rendimiento en las estaciones de invierno y verano, dado que en esas épocas la mayor parte del forraje se encuentra en los estratos inferiores.

El efecto de la frecuencia de corte (60 días) es importante en las estaciones de primavera y otoño, cuando se alcanzan altas tasas de crecimiento en los estratos superiores.

Si bien no se encontró un tratamiento óptimo desde el punto de vista productivo, se pueden concluir ciertas pautas de manejo que se citan a continuación. El pastoreo continuo e intenso durante el verano fue negativo para la especie. El descanso de otoño fue importante para esta leguminosa, pero tendría que ser menor a 4 meses. Los tratamientos rotativos (60 días) y sin descansos produjeron igual o mayor cantidad de materia seca y permitieron más cortes (mayor número de pastoreos), que los que tuvieron descanso en otoño.

El descanso primaveral para permitir que se cumpla el proceso floración - semillazón no tuvo ninguna ventaja sobre la producción de forraje en comparación con los tratamientos rotativos.

Los tratamientos rotativos no sólo permitieron que se cumpliera también el proceso floración - semillazón del Lotus Maku, sino que a la vez contribuyeron a disminuir las posibles pérdidas por descomposición de la materia seca en períodos de descanso muy prolongados (4 meses).

Debido a la baja producción de forraje invernal del mejoramiento, la única forma de cubrir este déficit es a través del diferimiento desde el otoño.

El período de estudio no fue lo suficientemente extenso para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la persistencia del mejoramiento.

## 6. RESUMEN

Se realizó un ensayo de manejo de defoliación de Lotus pedunculatus cv. Maku en la Unidad Experimental "Palo a Pique" perteneciente al I.N.I.A. Treinta y Tres (Estación Experimental del Este). El objetivo fue estudiar la mejor combinación de alturas de rastrojo (2.5 y 7.5 cm), frecuencias de corte (30 y 60 días) y momentos de descanso (otoño, primavera y otoño, y primavera) para lograr los máximos rendimientos de materia seca total y de la especie introducida. El período de evaluación comprendió desde julio de 1995 hasta marzo de 1997. La intensidad de corte (2.5 cm) fue la variable más importante en la determinación del rendimiento, en invierno y verano, dado que en esas épocas la mayor parte del forraje producido se encontró en los estratos inferiores de la pastura. El efecto de la frecuencia de corte (60 días) es importante en primavera y otoño, cuando se alcanzan altas tasas de crecimiento en los estratos superiores. Con cortes cada 60 días no serían necesarios los descansos estacionales de primavera y otoño. Sin embargo con cortes cada 30 días resulta importante permitir que se cumplan descansos de aproximadamente 60 días en otoño y primavera. Pastoreos intensos (2.5 cm) durante el verano seco fue negativo para la especie. Durante el período bajo estudio el tratamiento 60-2.5 sin descansos fue el que obtuvo el mayor rendimiento de forraje.

## 7. SUMMARY

An experiment of defoliation management of established Lotus pedunculatus cv. Maku was carried out in the Unidad Experimental "Palo a Pique" which belongs to I.N.I.A. Treinta y Tres (Estación Experimental del Este). The target was to study the best combination of cutting height (2.5 and 7.5 cm), cutting frequency (30 and 60 days) and rests moments (autumn, spring and autumn, and spring) to achieve the highest yields of total dry matter and of the introduced species. Monthly yields were recorded from July 1995 to March 1997. The cutting height (2.5 cm) was the most important variable in the yield determination, in winter and summer, because in both seasons the major part of the produced forage was situated in the lower stratum of the sward. The effect of the cutting frequency (60 days) was important in autumn and spring, when the high growing rates occurred in high strata. Cutting every 60 days no seasonal rest during autumn and spring would be necessary. However cutting every 30 days it was important to give a relief from about 60 days in autumn and spring. Intense cuttings (2.5 cm) during the dry summer was negative for the species. During the whole period of study the 60-2.5 without rest treatment was the one which achieved the highest forage yield.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. CARÁMBULA, M.; AYALA, W. 1995. Efectos del sistema de pastoreo y la carga animal sobre la productividad de los campos de lomadas de la Región Este. INIA Treinta y Tres UY. Mejoramientos extensivos, manejo y utilización. Serie Actividades de Difusión N° 75 pp 1-11.
2. \_\_\_\_\_, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E., 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. INIA Treinta y Tres UY. Campo natural, estrategia invernal, manejo y suplementación. Resultados Experimentales pp 1-28.
3. \_\_\_\_\_, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E., 1994. Lotus pedunculatus, adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treinta y Tres UY. Serie Técnica N°45 p 14.
4. CAROSO, G.F.; PAIM, N.R. e Markus, R., 1982. Avaliação de clones de Lotus uliginosus Schkuhr., em Blocos de Policruzamento. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 17(4):617-622.
5. CARRIQUIRY, E., 1992. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos. INIA Treinta y Tres UY. Mejoramientos extensivos en la Región Este; Resultados Experimentales pp. 25-38.
6. HARE, M.D.; LUCAS, R.J., 1984a. 'Grasslands Maku' Lotus pedunculatus (Cav.) seed production, development of Maku Lotus seed and the determination of time of harvest for maximum seed yields. Journal of Applied Seed Production 2: 58-64.
7. HARE, M.D., 1984b. 'Grasslands Maku' Lotus pedunculatus (Cav.) seed production, effect of row spacings and population density on seed yields. Journal of Applied Seed Production 2: 65-68.

8. HILL, M.J.; WITCHWOOT, S., 1990. Vegetative and reproductive development in Lotus uliginosus Schk. cv. 'Grasslands Maku'. Journal Applied Agricultural Research 5(3): 169-175.
9. JOHN, A.; LANCASHIRE, J.A., 1981. Aspects of the feeding and nutritive value of Lotus species. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 42: 152-159.
10. LANGER, R.H.M., 1973. Las pasturas y sus plantas. Montevideo. Hemisferio Sur pp. 137-145.
11. LANCASHIRE, J.A.; GOMEZ, J.S.; MCKELLER, A., 1980. "Grasslands Maku" Lotus seed production. In Lancashire, J.A., de Herbage seed production. Palmerston North, New Zealand. Grasslands Association pp 80-86.
12. LOWTHER, W.L., 1983. Influence of site on responds of 'Grasslands Maku' Lotus pedunculatus establishment to seed pelleting and broadcast lime. N.Z. Journal of Agricultural Research 26: 423-426.
13. \_\_\_\_\_, W.L.; MANLEY, T.R.; BARRY, T.N., 1987. Condensed tannin concentrations in Lotus corniculatus and L. pedunculatus cultivars grown under low soil fertility conditions. New Zealand Journal of Agricultural Research 30: 23-25.
14. PINTO OLIVEIRA, J.C.; RODRIGUEZ PAIM, N., 1989. Avaliação de Plantas e Progenie de L. corniculatus L.E. Lotus uliginosus. Porto Alegre. Anuário técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnicas "Francisco Osorio" 14:114-197.
15. SCOTT, R.S.; Mills, E.G., 1981. Establishment and managment of 'Grasslands Maku' Lotus in acid, low-fertility Tussock Grasslands. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 42: 131-141.
16. SHEATH, G.W., 1980a . Effects of season and defoliation on the growth habit of Lotus pedunculatus Cav. cv. 'Grasslands Maku'. N.Z. Journal of Agricultural Research 23: 191-200.

17. \_\_\_\_\_, G.W., 1980b. Production and regrowth characteristics of Lotus pedunculatus Cav. cv. 'Grasslands Maku'. N.Z. Journal of Agricultural Research 23: 201-209.
18. \_\_\_\_\_, G.W., 1981. Lotus pedunculatus - An agricultural plant?. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 43: 160-167.
19. TABORA, R.S.; HILL, M.J., 1990. An Examination of Vegetative and Reproductive Growth Habits and Their Contribution to Seed Yields in 'Grasslands Maku' Lotus (Lotus uliginosus Schk.). Palmerston North, New Zealand. Journal of Applied Seed Production 9: 7-15.

## 9. ANEXOS

Cuadro 32. Rendimientos mensuales de materia seca total, Lotus Maku y resto, del año 1 (kg MS/ha).

	INVIERNO 1995			PRIMAVERA 1995			VERANO 1996			OTOÑO 1996		
TOTAL	jul-95	ago-95	sep-95	oct-95	nov-95	dic-95	ene-96	feb-96	mar-96	abr-96	may-96	jun-96
30-2.5-SD	42	0	293	374	786	2,056	93	82	84	76	304	50
30-2.5-P	44	0	262	301				2,624	155	147	338	62
30-2.5-OP	53	0	279	338				2,076				2,220
30-7.5-SD	36	0	0	143	208	1,944	64	32	61	113	322	160
60-7.5-SD		140		223		2,711		97		635		965
30-2.5-O	50	0	339	289	587	1,882	93	92				1,619
30-7.5-O	47	0	0	212	266	2,259	79	35				2,293
60-2.5-SD		248		789		3,664		177		281		794
60-7.5-O		182		221		2,775		84				1,986

MAKU	jul-95	ago-95	sep-95	oct-95	nov-95	dic-95	ene-96	feb-96	mar-96	abr-96	may-96	jun-96
30-2.5-SD	6	0	242	407	619	1,593	11	13	1	5	121	5
30-2.5-P	10	0	166	313				615	6	49	188	7
30-2.5-OP	12	0	218	375				675				1,292
30-7.5-SD	2	0	0	118	82	1,467	8	1	1	9	169	47
60-7.5-SD		15		205		2,122		5		31		533
30-2.5-O	11	0	263	335	440	1,564	10	8				831
30-7.5-O	3	0	0	203	145	1,691	12	1				1,161
60-2.5-SD		195		814		2,554		24		25		435
60-7.5-O		17		174		2,015		4				1,049

RESTO	jul-95	ago-95	sep-95	oct-95	nov-95	dic-95	ene-96	feb-96	mar-96	abr-96	may-96	jun-96
30-2.5-SD	38	0	55	0	185	627	87	77	70	61	221	27
30-2.5-P	45	0	91	0				1,244	117	63	202	37
30-2.5-OP	52	0	58	0				765				743
30-7.5-SD	27	0	0	0	125	613	66	32	44	96	182	111
60-7.5-SD		137		0		500		99		384		556
30-2.5-O	49	0	63	0	184	377	57	89				753
30-7.5-O	33	0	0	0	109	748	70	32				1,228
60-2.5-SD		191		183		946		170		162		342
60-7.5-O		174		0		895		82				954

Cuadro 33. Rendimientos mensuales de materia seca total, Lotus Maku y resto, del año 2 (kg MS/ha).

	INVIERNO 1996			PRIMAVERA 1996			VERANO 1997		
TOTAL	jul-96	ago-96	sep-96	oct-96	nov-96	dic-96	ene-97	feb-97	mar-97
30-2.5-SD	6	0	162	524	1,711	588	744	91	246
30-2.5-P	7	3	116	330				2,887	508
30-2.5-OP	11	47	261	297				1,090	
30-7.5-SD	1	56	18	62	1,660	353	294	54	323
60-7.5-SD		131		181		2,065		338	
30-2.5-O	5	0	273	303	1,557	380	501	75	
30-7.5-O	2	90	41	76	1,544	389	302	54	
60-2.5-SD		6		869		3,240		249	
60-7.5-O		154		144		2,538		168	

MAKU	jul-96	ago-96	sep-96	oct-96	nov-96	dic-96	ene-97	feb-97	mar-97
30-2.5-SD	0	0	67	159	512	91	51	1	168
30-2.5-P	0	0	56	148				580	262
30-2.5-OP	2	8	184	171				328	
30-7.5-SD	0	2	1	32	1,040	73	20	1	189
60-7.5-SD		18		116		1,221		35	
30-2.5-O	0	0	199	233	887	115	45	1	
30-7.5-O	0	3	18	38	1,107	170	39	1	
60-2.5-SD		0		513		1,735		31	
60-7.5-O		5		94		1,847		13	

RESTO	jul-96	ago-96	sep-96	oct-96	nov-96	dic-96	ene-97	feb-97	mar-97
30-2.5-SD	3	0	122	442	1,389	587	712	96	28
30-2.5-P	4	2	75	279				2,240	211
30-2.5-OP	11	24	89	224				747	
30-7.5-SD	1	49	3	22	678	286	271	50	45
60-7.5-SD		112		48		890		323	
30-2.5-O	5	0	98	120	835	357	490	75	
30-7.5-O	3	74	15	28	421	261	278	50	
60-2.5-SD		4		472		1,289		234	
60-7.5-O		129		39		830		163	

Cuadro 34. Precipitaciones registradas (mm) en la Unidad Experimental "Palo a Pique".

AÑO	MES	mm
1995	JUNIO	132.5
	JULIO	253.6
	AGOSTO	36.1
	SETIEMBRE	62.5
	OCTUBRE	126.4
	NOVIEMBRE	94.7
	DICIEMBRE	13.7
1996	ENERO	59.7
	FEBRERO	57.7
	MARZO	70.5
	ABRIL	208.5
	MAYO	2.5
	JUNIO	33
	JULIO	27.1
	AGOSTO	69.2
	SETIEMBRE	190.5
	OCTUBRE	51.1
	NOVIEMBRE	83.8
	DICIEMBRE	68.9
1997	ENERO	46.7
	FEBRERO	134.9

Cuadro 35. Temperaturas mínimas (°C) y número de heladas registradas a nivel de césped en la Unidad Experimental "Paso la Laguna".

AÑO	MES	Temp. °C	numero
1995	JUNIO	0.5	14
	JULIO	5.3	8
	AGOSTO	2.9	11
	SETIEMBRE	4.4	6
	OCTUBRE	6.2	5
	NOVIEMBRE	9.9	
1996	DICIEMBRE	12	
	ENERO	15.3	
	FEBRERO	13	
	MARZO	12.8	
	ABRIL	11	
	MAYO	4.2	8
	JUNTO	0.1	19
	JULIO	-0.1	20
	AGOSTO	5.4	6
	SETIEMBRE	6.8	4
	OCTUBRE	11.1	
	NOVIEMBRE	12.6	
DICIEMBRE	14.1		
1997	ENERO	16.5	
	FEBRERO	13.5	

Cuadro 36. Análisis de varianza de materia seca total del invierno 1995.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	402933.2	50366.6	0.0001
BLOQ	2	9007.6	4503.8	0.2076
ERROR	16	41479.0	2592.4	
CV = 22.7%				

Cuadro 37. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del invierno 1995.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	327133.6	40891.7	0.0001
BLOQ	2	3130.3	1565.1	0.2618
ERROR	16	17163.0	1072.7	
CV = 25.4%				

Cuadro 38. Análisis de varianza de materia seca total de la primavera 1995.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	43227764.0	5403470.5	0.0001
BLOQ	2	224940.7	112470.3	0.4349
ERROR	16	2050458.0	128153.6	
CV = 14.6%				

Cuadro 39. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku de la primavera 1995.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	24140144.7	3017518.1	0.0001
BLOQ	2	180068.1	90034.0	0.3367
ERROR	16	1235208.6	77200.5	
CV = 14.5%				

Cuadro 40. Análisis de varianza de materia seca total del verano 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	24937728.0	3117216.0	0.0001
BLOQ	2	119282.0	59641.0	0.0798
ERROR	16	321006.7	20062.9	
CV = 21.5%				

Cuadro 41. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del verano 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	1881642.0	2352205.3	0.0001
BLOQ	2	5462.9	2731.4	0.1241
ERROR	16	18329.1	1145.6	
CV = 21.8%				

Cuadro 42. Análisis de varianza de materia seca total del otoño 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	12901624.0	1612703.0	0.0001
BLOQ	2	53568.2	26784.1	0.7034
ERROR	16	1191293.8	74455.9	
CV = 19.9%				

Cuadro 43. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del otoño 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	4570004.3	571250.5	0.0001
BLOQ	2	159283.2	79641.6	0.1063
ERROR	16	492449.5	30778.1	
CV = 26.5%				

Cuadro 44. Análisis de varianza de materia seca total del invierno 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	218098.7	27262.3	0.0001
BLOQ	2	1499.6	749.8	0.7762
ERROR	16	46600.4	2912.5	
CV = 34.9%				

Cuadro 45. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del invierno 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	151182.7	18897.8	0.0001
BLOQ	2	224.0	112.0	0.5928
ERROR	16	3316.0	207.3	
CV = 22.9%				

Cuadro 46. Análisis de varianza de materia seca total de la primavera 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	33962147.0	4245268.4	0.0001
BLOQ	2	276630.5	138315.3	0.5033
ERROR	16	3087069.5	192941.8	
CV = 21.0%				

Cuadro 47. Análisis de varianza de materia seca Lotus Maku de la primavera 1996.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	12018226.5	1502278.3	0.0002
BLOQ	2	263923.9	131961.9	0.4896
ERROR	16	2826449.5	176653.1	
CV = 36.8%				

Cuadro 48. Análisis de varianza de materia seca total del verano 1997.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	24053291.2	3006661.4	0.0001
BLOQ	2	22909.9	11454.9	0.8294
ERROR	16	968314.1	60519.6	
CV = 27.9%				

Cuadro 49. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del verano 1997.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	1708107.3	213513.4	0.0001
BLOQ	2	1952.9	976.4	0.7906
ERROR	16	65504.4	4094.0	
CV = 32.6%				

Cuadro 50. Análisis de varianza de materia seca total del año 1.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	16933618.0	2116702.3	0.0005
BLOQ	2	717020.7	358510.3	0.3240
ERROR	16	4739804.0	296237.8	
CV = 11.6%				

Cuadro 51. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del año 1.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	16049527.3	2006190.9	0.0001
BLOQ	2	422872.2	211436.1	0.2030
ERROR	16	1917459.1	119841.2	
CV = 12.1%				

Cuadro 52. Análisis de varianza de materia seca total del año 2.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	16905400.7	2113175.1	0.0003
BLOQ	2	407285.4	203642.7	0.4900
ERROR	16	4367443.3	272965.2	
CV = 16.7%				

Cuadro 53. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku del año 2.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
TRAT	8	5513150.1	689143.8	0.0098
BLOQ	2	255406.5	127703.3	0.5000
ERROR	16	2821997.5	176374.8	
CV - 29.9%				

Cuadro 54. Análisis de varianza de materia seca total de la comparación de ambos inviernos.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
AÑO	1	110523.130	110523.130	0.0001
TRAT	8	371049.000	46381.125	0.0001
BLOQ	2	2618.111	1309.056	0.7110
TRAT*BLOQ	16	91301.222	5706.326	0.1968
TRAT*AÑO	8	118424.704	14803.088	0.0076
ERROR	18	67778.667	3765.481	
CV = 32.59%				

Cuadro 55. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku de la comparación de ambos inviernos.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
ANO	1	72746.741	72746.741	0.0001
TRAT	8	361699.593	45212.449	0.0001
BLOQ	2	2089.815	1044.907	0.1616
TRAT*BLOQ	16	27611.519	1725.720	0.0079
TRAT*ANO	8	77446.259	9680.782	0.0001
ERROR	18	9310.000	517.222	
CV = 24.44%				

Cuadro 56. Análisis de varianza de materia seca total de primavera.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
ANO	1	1833748.2	1833748.3	0.0005
TRAT	8	77540859.8	9692607.5	0.0001
BLOQ	2	503363.8	251681.9	0.1129
TRAT*BLOQ	16	3318331.5	207395.7	0.0743
TRAT*ANO	8	820501.7	102562.7	0.4652
ERROR	18	1835358.7	101964.4	
CV = 14.04%				

Cuadro 57. Análisis de varianza de materia seca de Lotus Maku de primavera.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
ANO	1	8037294.2	8037294.2	0.0001
TRAT	8	32423876.6	4052984.6	0.0001
BLOQ	2	408819.7	204409.9	0.2501
TRAT*BLOQ	16	1640361.3	102522.6	0.7148
TRAT*ANO	8	3733697.9	466712.2	0.0144
ERROR	18	2456036.3	136446.5	
CV = 24.16%				

Cuadro 58. Análisis de varianza de materia seca total de verano.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
ANO	1	908963.6	908963.6	0.0059
TRAT	8	42382212.1	5297776.5	0.0001
BLOQ	2	66823.8	33411.9	0.7036
TRAT*BLOQ	16	2276060.5	142253.8	0.1929
TRAT*ANO	8	1597396.4	199674.5	0.0856
ERROR	18	1677895.0	93216.4	
CV = 40.68%				

Cuadro 59. Análisis de varianza de materia seca de Maku de verano.

FUENTE	GL	SC	CM	Pr > F
ANO	1	51152.67	51152.67	0.0208
TRAT	8	2874558.67	359319.83	0.0001
BLOQ	2	5644.11	2822.06	0.7067
TRAT*BLOQ	16	185719.56	11607.47	0.2201
TRAT*ANO	8	174059.33	21757.42	0.0366
ERROR	18	143519.0	7973.28	
CV = 53.97%				