

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**DIFERENTES REGIMENES DE DEFOLIACION SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y SUS COMPONENTES EN
LOTUS LE 627 Y LOTUS MAKU SEMBRADOS EN COBERTURA**

por

María Alejandra LARRIERA MARTINEZ

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

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2001**

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. (M.Sc) Milton Carábula

Ing. Agr. (M.Sc) Juan Carlos Millot

Ing. Agr. Fernando Santiñaque

Fecha: 6 de junio de 2001

Autor: Bach. María Alejandra Larriera Martínez

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Ing. Agr. Milton Carámbula.

Al Ing. Agr. Juan Carlos Millot y al Ing. Agr. Fernando Santiñaque por su participación en el comité de evaluación.

Al Ing. Agr. Nestor Saldain y al Ing. Agr. Wilfredo Ibañez por su colaboración en el análisis estadístico de los datos.

A todo el personal de INIA Treinta y Tres y muy especialmente al personal de la sección Pasturas.

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

A familiares y amigos que de una manera u otra colaboraron en la elaboración de este trabajo.

Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1. GENERALIDADES DE LOTUS PEDUNCULATUS Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.....	2
2.1.1. <u>Adaptación a condiciones ecológicas</u>	2
2.1.2. <u>Fijación de nitrógeno</u>	3
2.1.3. <u>Valor nutritivo</u>	4
2.1.4. <u>Taninos condensados</u>	5
2.1.5. <u>Potencial de producción, distribución estacional de forraje y persistencia en Uruguay</u>	6
2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LA ESPECIE.....	7
2.3. DIPLOIDES VS TETRAPLOIDES.....	8
2.3.1. <u>Cultivares tetraploides</u>	9
2.3.2. <u>Cultivares diploides</u>	10
2.4. CARACTERISTICAS MORFOFISIOLOGICAS.....	13
2.4.1. <u>Estructuras de crecimiento subterráneo</u>	13
2.4.2. <u>Estructuras de crecimiento aéreo</u>	15
2.5. TIPOS ERECTOS Y POSTRADOS Y SU RELACION CON EL MANEJO DE PASTOREO Y PERSISTENCIA.....	17
2.6. MORFOFISIOLOGIA Y FACTORES AMBIENTALES ESTACIONALES Y SU INFLUENCIA SOBRE: FRECUENCIAS DE DEFOLIACION Y ESTRATEGIAS DE PERSISTENCIA.....	19
2.7. EFECTOS DE DIFERENTES REGIMENES DE DEFOLIACION SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOTUS PEDUNCULATUS: FRECUENCIAS DE DEFOLIACION, ALTURAS DE RASTROJO Y EPOCAS DEL AÑO.....	22
2.7.1. <u>Efecto de diferentes regímenes de defoliación sobre la producción de forraje</u>	22
2.7.2. <u>Efecto de diferentes regímenes de defoliación sobre la parte subterránea</u>	24

2.8. MANEJO ESTACIONAL DEL PASTOREO.....	25
2.8.1. <u>Pastoreo en primavera</u>	25
2.8.2. <u>Pastoreo en verano</u>	26
2.8.3. <u>Pastoreo a fines de verano y otoño</u>	27
2.8.4. <u>Pastoreo en invierno</u>	28
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	29
3.1. UBICACION.....	29
3.2. CARACTERISTICAS EDAFICAS.....	29
3.3. CLIMA.....	30
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
3.3.1. <u>Experimento 1</u>	32
3.3.2. <u>Experimento 2</u>	32
3.5. TRATAMIENTOS.....	33
3.5.1. <u>Experimento 1</u>	33
3.5.2. <u>Experimento 2</u>	33
3.6. DETERMINACIONES.....	33
3.6.1. <u>Experimento 1</u>	33
3.6.1.1. Producción de forraje.....	33
3.6.1.2. Producción de la parte subterránea.....	34
3.6.1.3. Población de plantas adultas y de plántulas.....	35
3.6.2. <u>Experimento 2</u>	35
3.6.2.1. Producción de forraje.....	35
3.6.2.2. Producción de la parte subterránea.....	36
3.6.2.3. Población de plantas adultas y de plántulas.....	36
3.7. ANALISIS ESTADISTICO.....	36
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	37
4.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS PEDUNCULATUS LE 627.....	37
4.1.1. <u>Producción acumulada de forraje correspondiente a 8 meses de crecimiento (abril – noviembre 1999)</u>	37
4.1.1.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha).....	37
4.1.1.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha).....	38
4.1.1.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha).....	40
4.1.2. <u>Producción acumulada de forraje correspondiente al crecimiento de otoño (marzo – junio 2000)</u>	42
4.1.2.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha).....	42

4.1.2.2.	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha).....	43
4.1.2.3.	Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha).....	44
4.1.3	<u>Producción de la parte subterránea</u>	45
4.1.3.1.	Efecto de la frecuencia de corte sobre la parte subterránea	45
4.1.3.1.1.	<u>Resultados del año 1999</u>	45
4.1.3.1.2.	<u>Resultados del año 2000</u>	45
4.1.3.2.	Efecto de la intensidad de corte sobre la parte subterránea	48
4.1.3.2.1.	<u>Resultados del año 1999</u>	48
4.1.3.2.2.	<u>Resultados del año 2000</u>	48
4.1.3.3.	Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la parte subterránea.....	50
4.1.3.3.1.	<u>Resultados del año 1999</u>	50
4.1.3.3.2.	<u>Resultados del año 2000</u>	51
4.1.4	<u>Población de individuos (plantas adultas y plántulas) en el año 2000</u>	52
4.1.4.1.	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas.....	52
4.1.4.2.	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas.....	54
4.1.4.3.	Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la población de individuos.....	54
4.2.	EXPERIMENTO 2: LOTUS PEDUNCULATUS CV MAKU	55
4.2.1	<u>Producción acumulada de forraje correspondiente a 9 meses de crecimiento (marzo – noviembre 1999)</u>	55
4.2.1.1.	Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha).....	55
4.2.1.2.	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha).....	57
4.2.1.3.	Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha).....	58
4.2.2.	<u>Producción acumulada de forraje correspondiente al crecimiento de otoño (marzo – junio 2000)</u>	59
4.2.2.1.	Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha).....	59
4.2.2.2.	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha).....	60
4.2.2.3.	Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha).....	62
4.2.3	<u>Producción de la parte subterránea</u>	63
4.2.3.1.	Efecto de la frecuencia de corte sobre la parte subterránea	63
4.2.3.1.1.	<u>Resultados del año 1999</u>	63
4.2.3.1.2.	<u>Resultados del año 2000</u>	63
4.2.3.2.	Efecto de la intensidad de corte sobre la parte subterránea	64
4.2.3.2.1.	<u>Resultados del año 1999</u>	64
4.2.3.2.2.	<u>Resultados del año 2000</u>	65
4.2.3.3.	Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la parte subterránea.....	67

4.2.3.3.1. Resultados del año 1999.....	67
4.2.3.3.2. Resultados del año 2000.....	68
4.2.4 <u>Población de individuos (plantas adultas y plántulas) en el año 2000</u>	69
4.2.4.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas y de plántulas.....	69
4.2.4.2. Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas y de plántulas.....	69
4.2.4.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la población de individuos.....	71
5. <u>CONCLUSIONES</u>	72
5.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS PEDUNCULATUS LE 627.....	72
5.1.1 <u>Censos de población</u>	72
5.1.2. <u>Producción de la parte aérea de las plantas</u>	72
5.1.2.1. <u>Producción total de materia seca (abril – noviembre 1999)</u>	72
5.1.2.2. <u>Producción otoñal de materia seca (marzo – junio 2000)</u>	73
5.1.3. <u>Producción de la parte subterránea de las plantas</u>	73
5.2. EXPERIMENTO 2: LOTUS PEDUNCULATUS CV MAKU.....	73
5.2.1 <u>Censos de población</u>	73
5.2.2. <u>Producción de la parte aérea de las plantas</u>	73
5.2.2.1. <u>Producción total de materia seca (marzo – noviembre 1999)</u>	73
5.2.2.2. <u>Producción otoñal de materia seca (marzo – junio 2000)</u>	74
5.2.3. <u>Producción de la parte subterránea de las plantas</u>	74
6. <u>RESUMEN</u>	75
7. <u>SUMMARY</u>	76
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	77
9. <u>ANEXO</u>	80

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Resumen del comportamiento de cv Maku y LE 627 en la Unidad Experimental Palo a Pique, Treinta y Tres.....	12
2	Análisis de suelo de la Unidad Alférez.....	29
3	Producción estacional (%) y total (kg/ha MS) de una pastura natural de la Unidad Alférez bajo un manejo de cortes cada 30 días.....	29
4	Temperaturas máxima, mínima y media, y número de heladas del período marzo de 1999 – julio del 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999.....	32
5	Momentos de corte de cada tratamiento.....	34
6	Momentos de corte de cada tratamiento.....	36
7	Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como el porcentaje de LE 627 del Mejoramiento.....	37
8	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como el porcentaje de LE 627 del Mejoramiento.....	39
9	Producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, y porcentaje de LE 627 según cada tratamiento...	40
10	Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como el porcentaje de LE 627 del Mejoramiento.....	42
11	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como el porcentaje de LE 627 del Mejoramiento.....	43
12	Producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, y porcentaje de LE 627 según cada tratamiento...	44
13	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	45
14	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	46

15	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	48
16	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	49
17	Número de puntos de crecimiento y coronas, largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.....	50
18	Número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.....	51
19	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas de LE 627.....	52
20	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas de LE 627.....	54
21	Número de plantas adultas y de plántulas de LE 627 según cada tratamiento.....	54
22	Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento y de los componentes lotus cv Maku y Campo natural.....	55
23	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento y de los componentes lotus cv Maku y Campo natural.....	57
24	Producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes lotus cv Maku y Campo natural según cada tratamiento.....	58
25	Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes lotus cv Maku y Campo natural, así como el porcentaje de lotus cv Maku del Mejoramiento.....	59
26	Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes lotus cv Maku y Campo natural, así como el porcentaje de lotus cv Maku del Mejoramiento.....	61
27	Producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, y porcentaje de lotus cv Maku según cada tratamiento.....	62
28	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	63

29	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	64
30	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	64
31	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.....	65
32	Número de puntos de crecimiento y coronas, largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.....	67
33	Número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.....	68
34	Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas de lotus cv Maku.....	69
35	Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas de lotus cv Maku.....	70
36	Número de plantas adultas y de plántulas de lotus cv Maku según cada tratamiento.....	71
37	Rendimiento de materia seca por corte del Mejoramiento.....	80
38	Rendimiento de materia seca por corte de Lotus pedunculatus LE 627.....	80
39	Rendimiento de materia seca por corte del Campo natural.....	80
40	Porcentaje de LE 627 por corte.....	81
41	Rendimiento de materia seca por corte del Mejoramiento.....	81
42	Rendimiento de materia seca por corte de Lotus pedunculatus cv. Maku....	81
43	Rendimiento de materia seca por corte del Campo natural.....	82
44	Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento.....	82
45	Rendimiento total de materia seca de LE 627.....	82
46	Rendimiento total de materia seca del Campo natural.....	83
47	Porcentaje de LE 627.....	83

48	Rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento.....	83
49	Rendimiento otoñal de materia seca de LE 627.....	84
50	Rendimiento otoñal de materia seca del Campo natural.....	84
51	Porcentaje de LE 627.....	84
52	Número de puntos de crecimiento.....	85
53	Número de coronas.....	85
54	Largo de rizomas vivos.....	85
55	Largo de rizomas nuevos.....	86
56	Largo de rizomas viejos.....	86
57	Peso de rizomas vivos.....	86
58	Peso de rizomas muertos.....	86
59	Número de puntos de crecimiento.....	87
60	Número de coronas.....	87
61	Número de rizomas.....	87
62	Largo de rizomas vivos.....	87
63	Largo de rizomas nuevos.....	88
64	Largo de rizomas viejos.....	88
65	Peso de rizomas vivos.....	88
66	Peso de rizomas muertos.....	88
67	Número de plantas.....	89
68	Número de plántulas.....	89
69	Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento.....	89
70	Rendimiento total de materia seca de Lotus pedunculatus cv. Maku.....	90
71	Rendimiento total de materia seca del Campo natural.....	90
72	Rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento.....	90

73	Rendimiento otoñal de materia seca de Lotus pedunculatus cv. Maku.....	91
74	Rendimiento otoñal de materia seca del Campo natural.....	91
75	Porcentaje de cv. Maku.....	91
76	Número de puntos de crecimiento.....	92
77	Número de coronas.....	92
78	Largo de rizomas vivos.....	92
79	Largo de rizomas nuevos.....	93
80	Largo de rizomas viejos.....	93
81	Peso de rizomas vivos.....	93
82	Peso de rizomas muertos.....	93
83	Número de puntos de crecimiento.....	94
84	Número de coronas.....	94
85	Número de rizomas.....	94
86	Largo de rizomas vivos.....	95
87	Largo de rizomas nuevos.....	95
88	Largo de rizomas viejos.....	95
89	Peso de rizomas vivos.....	95
90	Peso de rizomas muertos.....	96
91	Número de plantas.....	96
92	Número de plántulas.....	96

<u>Figura N°</u>	<u>Página</u>
1 Precipitaciones del período marzo 1999 - julio 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999. Unidad Experimental Palo a Pique.....	33
2 Evaporación del tanque “A” del período marzo 1999 - julio 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999. Unidad Experimental Paso de la Laguna.....	33
3 Balance hídrico del suelo del período marzo 1999 - julio 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999. Unidad Experimental Palo a Pique.....	33
4 Rendimiento total de materia seca de LE 627 según frecuencia de corte.....	38
5 Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento, de LE 627 y del Campo natural según intensidad de corte.....	39
6 Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre el rendimiento total de materia seca de LE 627.....	41
7 Efecto de la frecuencia de corte sobre el largo de los rizomas viejos y el peso de los rizomas vivos.....	46
8 Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de coronas.....	47
9 Efecto de la intensidad de corte sobre el largo de los rizomas viejos, el peso de los rizomas vivos y el peso de los rizomas muertos.....	49
10 Efecto de la frecuencia de corte sobre el porcentaje de plantas adultas y de plántulas de LE 627.....	53
11 Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento, de lotus cv. Maku y del Campo natural según frecuencia de corte.....	56
12 Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento y de lotus cv. Maku según intensidad de corte.....	57
13 Rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento y del Campo natural según frecuencia de corte.....	60
14 Rendimiento otoñal de materia seca de lotus cv. Maku según intensidad de corte.....	61
15 Porcentaje de lotus cv. Maku y del Campo natural en el Mejoramiento según intensidad de corte.....	62
16 Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento, rizomas y coronas.....	65

17 Efecto de la intensidad de corte sobre el largo de los vivos, nuevos y viejos; así como el peso de los rizomas vivos.....	66
18 Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas de lotus cv. Maku.....	70

1. INTRODUCCIÓN

Lotus pedunculatus Cav. es una leguminosa forrajera que presenta en Uruguay un excelente comportamiento dada su producción elevada de forraje de alta calidad y su muy destacable persistencia. El impacto logrado por esta especie en la productividad de las pasturas es de gran importancia en las Regiones Este y Centro del país.

Dentro de esta especie se destaca muy especialmente el cultivar de origen neocelandés Maku por su alta capacidad productiva y su importante contribución invernal respecto a los demás lotus, así como por su amplísimo grado de adaptación a las condiciones ecológicas del país. En este sentido, su uso ha sido recomendado desde suelos superficiales hasta suelos profundos; pudiéndose utilizar tanto en mejoramientos extensivos de campo natural como en siembras de praderas convencionales, asociadas a cultivos, sobre rastrojos de arroz o en sistemas silvopastoriles. Sin embargo, a pesar de las buenas características agronómicas que presenta este cultivar, su baja producción de semillas y el alto costo de la misma dificultan su uso en forma extendida.

La búsqueda de materiales nacionales de *Lotus pedunculatus* que constituyan una nueva opción frente al cv. Maku (tetraploide) ha permitido disponer de una línea experimental muy destacada LE 627 (diploide) que muy pronto podrá constituirse en un cultivar de muy buen comportamiento.

Las variables de manejo de defoliación (intensidad y frecuencia) deberían afectar de diferente manera el comportamiento de ambas procedencias, las cuales presentan características contrastantes, cv. Maku (tetraploide, porte rastrero, muy rizomatoso) y LE 627 (diploide, porte semierecto, poco rizomatoso). Dado que éstas y otras características morfofisiológicas son distintas en dichas procedencias, se espera que las reacciones de las mismas a la variable manejo de defoliación sean diferentes y por lo tanto reaccionen distinto frente a los parámetros involucrados en la producción de forraje.

El objetivo de este trabajo consiste en determinar en un posible nuevo cultivar de *Lotus pedunculatus*, las principales pautas de manejo de defoliación para lograr con el mismo los mayores rendimientos de materia seca; alcanzando asimismo elevada persistencia productiva. Dichas determinaciones permitirán fijar pautas para que los productores alcancen el mejor comportamiento productivo y la mayor utilización del nuevo cultivar.

Asimismo, dada la importancia del cv. Maku, se intentará hacer algunas comparaciones sobre el manejo de defoliación entre este cultivar y LE 627, dado las importantes diferencias morfofisiológicas que ellos presentan.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. GENERALIDADES DE LOTUS PEDUNCULATUS Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

Lotus pedunculatus Cav. también es descrito como *Lotus uliginosus* Schkurh y *Lotus major* Scop (Heath, 1970 citado por Kaiser et al., 1990).

Esta especie pertenece a la familia de las Leguminosae, sub-familia Papilionoidae, tribu Loteae y género Lotus (Pinto et al., 1989). Su centro de origen es Europa y Norte de Africa (Grant y Small, 1996).

Lotus pedunculatus es descrita por Dawson (1941) citado por Pinto Oliveira (1986) como una especie perenne estolonífera y rizomatosa. Su sistema radicular consiste en raíces fibrosas y finas. Presenta tallos de hasta 1.8 m de largo, que pueden ser glabros o ligeramente pilosos. Las hojas son compuestas con peciolo cortos y cinco folíolos ovalados (tres apicales y dos basales). Posee ocho a doce flores por inflorescencia y vainas menores a 2 cm de largo.

2.1.1. Adaptación a condiciones ecológicas

Lotus pedunculatus crece y persiste en muchos tipos de suelos, pero tiene especial valor en suelos pobres, de bajo pH, y con condiciones de humedad excesiva (Armstrong, 1974 citado por Hill et al., 1990).

Tiene alta eficiencia en absorción de fósforo del suelo en condiciones de bajos niveles de este nutriente (Nordmeyer et al., 1977 citado por Hill et al., 1990), siendo más eficiente que el trébol blanco para utilizar el fósforo disponible (Carámbula et al., 1994).

La capacidad de producir una alta concentración de raíces en la capa superficial del suelo, ha sido relacionada con la habilidad de *Lotus pedunculatus* de obtener eficientemente el fósforo, bajo condiciones de baja fertilidad (Walter y Adams, 1959 citados por Sheath, 1980 b).

No obstante, y a pesar de que esta especie presenta adaptación a bajos niveles de fósforo en el suelo, se destaca como fundamental la fertilización fosfatada inicial y refertilizaciones futuras si se desea lograr una adecuada instalación, nodulación y posterior producción de forraje (Carámbula et al., 1994).

Además, con respecto a este nutriente se debe tener en cuenta que existe una fuerte relación entre la fertilización fosfatada inicial y la densidad de siembra, por lo que es posible reducir la densidad de siembra mediante aumentos de la fertilización fosfatada, lo que no sólo lleva a un aumento en la producción inicial de forraje sino que también conduce a una reducción en los costos de instalación debido al elevado costo de la semilla (Carámbula et al., 1994). Por otra parte, en suelos de muy baja fertilidad, la concentración de taninos condensados en planta puede ser muy alta y perjudicial para los animales (Montosi, 1996).

Lotus pedunculatus posee un gran potencial para crecer en suelos ácidos (pH menor a 5.2) y tolera altos niveles de aluminio intercambiable (Nordmeyer et al., 1977 citado por Hill et al., 1990), mostrando también tolerancia al magnesio cuando crece en soluciones nutritivas (Schachman, 1990 citado por Castaño y Menéndez, 1998). La corrección del pH del suelo a 5.5 o 6.0, puede resultar benéfico para el establecimiento y producción, pero no es esencial (Lowther et al., 1977 citado por Sheath, 1981), observándose crecimiento satisfactorio a pH que oscilan entre 4.5 y 5.5 (Smetahm, 1973 citado por Castaño y Menéndez, 1998). La tolerancia a la toxicidad por aluminio en esta especie, podría estar dada por una reducida absorción y traslocación de aluminio hacia los tallos (Nordmeyer et al., 1977 citado por Sheath 1981).

Esta especie no se adapta a las condiciones salinas en el mismo grado que lo hace *Lotus tenuis*, tolerando solamente agua salobre (Langer, 1973).

Lotus pedunculatus crece en forma muy satisfactoria cuando la humedad del suelo no es limitante y se adapta muy especialmente a suelos con drenaje pobre (Sheath, 1980 b). En tal sentido, Kaiser et al. (1990) han observado que *Lotus pedunculatus* sobrevive en suelos con precipitaciones anuales de 1020 – 1170 mm, estando dichos suelos a menudo inundados en invierno y a principios de primavera, ya sea por drenaje pobre o por precipitaciones altas.

La habilidad de esta especie para sobrevivir y producir bajo condiciones de exceso de humedad se cree esté explicada por su denso y superficial sistema radicular (Barnard, 1968 citado por Sheath, 1980 b) combinado con la presencia de espacios con aire en la corteza de las raíces (Soper, 1959 citado por Sheath 1980b)

Por otra parte, dado su denso sistema de raíces y rizomas que sella el horizonte superficial, se presenta como una leguminosa muy apta para estabilizar suelos poco fértiles erosionados (Sheath, 1980 b).

En cuanto a la resistencia a la sequía, si bien no es muy resistente a los déficit hídricos presenta una buena capacidad de recuperación luego de ocurridos los mismos (Carámbula et al., 1994). Tolerancia a la sequía que *L. comiculatus* pero más que trébol blanco, trébol rojo y lotus anual (Carámbula, com. pers.).

2.1.2. Fijación de nitrógeno

Con respecto a su capacidad dadora de nitrógeno se trata de una especie de alta eficiencia con un comportamiento muy similar al trébol blanco. No obstante, bajo condiciones de baja fertilidad, elevada acidez y/o alta concentración de aluminio, *Lotus pedunculatus* puede fijar más nitrógeno que dicho trébol (Carámbula et al., 1994).

El éxito de esta especie para fijar nitrógeno en suelos ácidos puede estar relacionado con la tolerancia a la acidez por parte del rizobio asociado (Norris, 1965 citado por Sheath, 1981).

En este sentido, Greenwood (1961) citado por Lowther (1983) reporta que el rizobio de *L. pedunculatus* es más tolerante a la acidez del suelo que el del trébol

blanco. 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.

La raza de rizobio de Maku es diferente a la de *L. corniculatus* y *L. tenuis* (Erdman et al., citado por Langer, 1973). Al respecto, Russell (1996) menciona que *L. pedunculatus* y *L. subbiflorus* tienen preferencia por las cepas de crecimiento lento de la especie *Bradyrhizobium* sp. biovar *loti*. Dichas cepas tienen la capacidad de alcalinizar los medios de cultivo, hecho que se encuentra vinculado con su mayor habilidad para sobrevivir en suelos ácidos.

Dado que este rizobio es muy específico resulta esencial realizar una correcta inoculación para viabilizar la implantación próspera de esta leguminosa (Carámbula et al., 1994).

2.1.3. Valor nutritivo

Lotus pedunculatus ofrece una excelente calidad, ya que su valor nutritivo es considerado elevado y similar al de otras leguminosas de reconocida capacidad para mejorar el comportamiento animal (Carámbula et al., 1994).

Al respecto, Ulyatt (1981) en un estudio comparativo acerca del valor alimenticio en términos de ganancia de peso vivo de ovinos sobre diferentes pasturas de Nueva Zelanda, destaca el buen comportamiento de lotus Maku el cual iguala a la alfalfa y supera al trébol rojo.

En tal sentido, Kaiser et al. (1990) encontraron resultados similares al alimentar vacunos, tanto para producción de carne como para producción de leche, con heno de alfalfa o heno de *Lotus pedunculatus*.

Con referencia a los principales parámetros de calidad, Caroso et al. (1982) citado por Arrillaga y Coduri (1997) en un estudio realizado a diferentes accesiones de *Lotus pedunculatus* encontraron que el porcentaje de proteína bruta variaba entre 22.3% y 29.9% y la digestibilidad "in vitro" de la materia seca entre 52.79% y 67.07%. Asimismo Locatelli et al. (1997) citado por Carámbula y Ayala (s/p) en un estudio realizado en la región del Salado en Argentina reportaron valores de 52.5% de digestibilidad in vitro, 18.7% en proteína cruda, y 43.3% de fibra detergente neutra en primavera.

En Uruguay los parámetros de mejoramientos de lotus Maku cuantificados sobre suelos de la región Este se sitúan en niveles de 48.9% de digestibilidad, 22.6% de proteína cruda y 32.2% de fibra detergente ácida (Carámbula et al., 1994).

En todos los casos los niveles de digestibilidad no concuerdan con los altos contenidos proteicos observados, debido a que los métodos tradicionales de evaluación de digestibilidad sólo cuantifican la misma a nivel ruminal, sin considerar la digestión posruminal, que en especies con altos contenidos de taninos condensados como *Lotus pedunculatus* adquiere gran importancia. En este sentido es muy factible que exista una mayor eficiencia de uso del nitrógeno consumido por el animal; asociado al efecto protector ejercido por los taninos condensados sobre las proteínas y en particular, selectivamente sobre los aminoácidos esenciales. Este

efecto elevaría considerablemente el valor nutritivo de la especie (Carámbula et al., 1994).

2.1.4. Taninos condensados

Lotus pedunculatus contiene niveles relativamente altos de taninos condensados que le otorgan ventajas adicionales importantes tales como un mayor aprovechamiento de la proteína y una disminución del riesgo de meteorismo (Carámbula et al., 1994).

Lowter et al. (1986) citado por Carámbula et al. (1994) en estudios realizados en Nueva Zelanda encontraron en *Lotus corniculatus* niveles de taninos entre 0.13% y 3.90%, mientras que en *Lotus pedunculatus* éstos fueron superiores, alcanzando valores entre 5.80% y 9.76%.

En general, para las condiciones de Nueva Zelanda las concentraciones de taninos condensados en esta última especie se incrementan cuando las plantas crecen en condiciones ambientales de estrés (baja fertilidad, suelos ácidos y bajas temperaturas), llegando a valores de 8 a 10%. Sin embargo, en suelos de alta fertilidad y buenas temperaturas ambientales las concentraciones de taninos en planta se sitúan en valores de 2 a 4% (Montosi, 1996).

En este sentido, Anuraga et al. (1993) en estudios realizados en Australia observaron aumentos en la concentración de taninos condensados en lotus Maku cuando se combinaban déficit hídricos con altas temperaturas, no ocurriendo lo mismo cuando se sometían las plantas a altas temperaturas o déficit hídricos por separado. En el campo los mayores niveles de taninos condensados en planta se encontraron en verano y otoño, cuando las temperaturas son elevadas y ocurren periodos de déficit hídrico en los niveles de humedad del suelo.

Es de destacar que el contenido de taninos presente en un forraje en caso de superar el 5% puede ocasionar efectos perjudiciales en los animales tales como depresión en la digestión de los carbohidratos en especial en el rumen y disminución en el consumo voluntario por problemas de palatabilidad (Carámbula et al., 1994).

No obstante, Montosi (1996) sostiene que los citados efectos negativos en producción animal ocasionados por las altas concentraciones de taninos condensados del cultivar Maku pueden ser evitados con manejo, dando buenas condiciones de fertilidad para su crecimiento.

Según Waghorn et al. (1990) citado por Montosi (1996) la producción de leche, carne y lana de los rumiantes podría ser incrementada en un rango de 10 a 15% si se ofrecen pasturas con concentraciones de taninos de 2 a 3%.

Por otro parte, Robertson et al. (1995) sostienen que los taninos condensados tienen efectos negativos sobre los parásitos gastrointestinales en ovinos. Estos autores mencionan que lotus Maku podría ser utilizado en los establecimientos ganaderos dentro de las rotaciones forrajeras para disminuir el uso de antihelmínticos. Este manejo no sólo implicaría beneficios económicos, sino que

también retardaría los mecanismos de resistencia de los parásitos gastrointestinales a los antiparasitarios.

2.1.5. Potencial de producción, distribución estacional de forraje y persistencia en Uruguay

Lotus pedunculatus cav. es una especie perenne estival, que ha demostrado poseer muy buena adaptación a las condiciones ecológicas del país, integrándose a la vegetación nativa en forma exitosa (Carámbula et al., 1994).

Particularmente destacable es su adaptación en la zona Este, donde Ayala y Carámbula (1996) han reportado rendimientos acumulados de *L. pedunculatus* cv Maku superiores a los de un grupo testigo de lotus común y tréboles blanco y subterráneo, durante un período de tres años (1992-1994) en suelos con características diferentes de Sierras (Cerros de Amaro) y de Lomadas (Palo a Pique). En este trabajo los rendimientos acumulados durante los tres años en los citados suelos fueron de 7023 y 11105 kg/ha de materia seca respectivamente. Asimismo, Castaño y Menéndez (1998) registraron rendimientos promedio de siete accesiones de *L. pedunculatus* de 9777 kg/ha de materia seca en suelos de Lomadas (Palo a Pique) durante tres años consecutivos (1995-1998).

Este destacable comportamiento de *L. pedunculatus* también ha sido registrado en otras regiones como Basalto y Cristalino. En tal sentido, Bernhaja (1996) muestra los buenos rendimientos de *L. pedunculatus* sobre un suelo profundo de Basalto (Queguay Chico) durante tres años consecutivos (1992-1994) en los cuales obtuvo la cantidad de 11922 kg/ha de materia seca acumulada; y Risso y Berretta (1996) en un estudio comparativo entre seis leguminosas sobre un suelo de Cristalino (Cerro Colorado), determinaron que *L. pedunculatus* cv Maku es capaz de producir 6000 kg/ha de materia seca acumulada durante un periodo de seis años, incluyendo la sequía ocurrida en 1988-1989.

Lotus pedunculatus ofrece elevado potencial de producción primavero - estivo - otoñal, y es el lotus perenne que produce más en invierno (Ayala y Carámbula, 1996).

Arrillaga y Coduri (1997) en un ensayo realizado en INIA Treinta y Tres (Palo a Pique) durante un periodo de tres años consecutivos (1995-1997) observaron que la producción estacional de *L. pedunculatus* cv Maku presentó un pico máximo en primavera y otro en otoño, con baja producción en verano e invierno.

Sin embargo teniendo en cuenta que se trata de una especie de ciclo primavero - estivo - otoñal, es muy significativo el aporte de materia seca en la época otoño - invernal, pudiendo superar incluso a especies invernales como el trébol blanco, con registros de 1680 y 1200 kg/ha respectivamente, cuando se consideran niveles medios de fertilidad (Risso y Berretta, 1996)

En este sentido, los mismos autores registraron en un estudio comparativo realizado durante siete años, un rendimiento otoño - invernal promedio de 1560 kg/ha de materia seca, superando a *L. corniculatus* en 21% y a *L. subbiflorus* en un 63%.

En cuanto a la persistencia, Ayala et al. (1996) reportan que *L. pedunculatus* se destaca por su lozanía y vigor aún al quinto año de sembrado, siendo muchas veces dominante sobre la pastura natural. Asimismo, Bemhaja (1996) sostiene que esta especie sobresale por su persistencia y producción a partir del tercer año.

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

Lotus pedunculatus Cav., también ha sido clasificado taxonómicamente como *Lotus uliginosus* Schkurh o *Lotus major* Scop. (Heath, 1970 citado por Kaiser et al., 1990).

De acuerdo con Kaiser et al. (1990) esta especie es de origen europeo desde el Mediterráneo hasta 60° Norte; pero según Grant y Small (1996) el centro de origen de *Lotus pedunculatus* además de Europa incluye el Norte de África.

Lotus pedunculatus se encuentra naturalizado en el Noroeste de EE.UU., donde es utilizado para pastoreo, heno y producción de semilla; habiendo demostrado buena adaptación sobre suelos húmedos en Georgia, North Carolina y Florida, así como también en los estados de Minesota, Indiana e Illinois y en Nueva Zelanda y Australia (Kaiser et al., 1990).

Lotus pedunculatus también se encuentra naturalizado en la región occidental del lago Nahuel Huapi y en la región de Valdivia de Chile, donde se lo conoce como "alfalfa chilota" o "alfalfa de los pobres" (Burkart, 1952 citado por Carozo et al., 1982 citado por Arrillaga y Coduri, 1998).

Esta especie fue introducida en Nueva Zelanda entre 1860 y 1870 (Thompson, 1922 citado por Sheath, 1981). En la década de los 40, *Lotus pedunculatus* fue ampliamente distribuido en zonas de buenas precipitaciones de Nueva Zelanda, y en ese tiempo su utilización fue recomendada para zonas húmedas, cuchillas soleadas y zonas de baja cobertura y competencia del tapiz (Saxby, 1948 citado por Sheath, 1981); habiéndose promocionado en Nueva Zelanda sobre suelos ácidos, turbosos o pesados, y de drenaje pobre o anegados (Levy, 1970 citado por Sheath, 1981).

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

En Australia *Lotus pedunculatus* cv. Maku es utilizado para: ganado de carne, ganado para leche, como cobertor del suelo en horticultura y para producción de semillas. En los establecimientos ganaderos la siembra se realiza en cobertura en un amplio rango de condiciones de suelos pero se destaca su uso en suelos ácidos y pobres (42%). En los establecimientos lecheros se siembra principalmente en suelos con drenaje pobre o anegados (57%), y en menor grado en suelos ácidos y de baja fertilidad. Se utiliza en mezclas de pasturas esencialmente (71%), acompañada por las siguientes especies: paspáum, kikuyo, setaria, trébol blanco, raigrás y falaris, y las densidades de siembra van desde

1kg/ha hasta 4kg/ha, esta última cuando es acompañada por especies más vigorosas y competitivas (Harris et al., 1993).

Esta leguminosa también es utilizada en Australia como cobertor de suelo en plantaciones forestales; donde además de proteger el suelo brinda nitrógeno a los árboles y a las pasturas para el ganado. Dado su denso sistema de rizomas, el cultivar Maku es utilizado también para estabilizar el suelo en áreas propensas a erosión (McLaughlin et al., 1989 citado por Castaño y Menéndez, 1998).

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

2.3. DIPLOIDES VS TETRAPLOIDES

El número de cromosomas de *Lotus pedunculatus* es $2n=12$ (Dawson, 1941 citado por Pinto Oliveira, 1986). Dentro de la especie *Lotus pedunculatus* es posible distinguir dos grandes grupos de cultivares: los diploides ($2n = 12$), y los tetraploides ($2n = 24$) (Hopkins et al., 1993).

Los cultivares diploides y tetraploides presentan diferencias morfofisiológicas importantes y reaccionan de diferente manera frente a las distintas variables ambientales, debiéndose citar como las más importantes la humedad y la temperatura (Hopkins et al., 1993).

Estos autores encontraron en Nueva Zelanda que Sunrise (diploide) se adapta mejor que Maku (tetraploide) a condiciones climáticas de tipo húmedo y lluvioso.

Al respecto, las plantas tetraploides son relativamente más comunes en las laderas orientadas al NW donde el suministro de humedad es más limitante en verano (Lambert y Roberts, 1976 citados por Hopkins et al., 1993). En tal sentido, Dumbar y Costello (1985) citados por Hopkins et al. (1993) encontraron que las caras NW de las pendientes soportaban plantas más grandes de Maku; y Wedderburn y Lowther (1985) citado por Hopkins et al. (1993) registraron resiembras naturales de Maku más exitosas en dichas pendientes.

Varios autores coinciden en que existe en general una relación entre el largo del genoma y la capacidad de crecer a bajas temperaturas (Bennet, 1976; Grime y Mowforth, 1982; Prince, 1988 citados por Hopkins et al., 1993).

En este sentido, Grime y Mowforth (1982) citado por Hopkins et al. (1993) reportaron que los genomas extensos están particularmente asociados con especies adaptadas a los climas tipo Mediterráneo, donde el crecimiento es confinado a las condiciones frías del invierno y primavera temprana. Este comportamiento es visto como un mecanismo donde el crecimiento a bajas temperaturas es activado por la elongación de las células potencialmente grandes formadas durante la precedente estación caliente y seca. Por consiguiente los tetraploides se adaptan mejor que los diploides a una disponibilidad menor de humedad en el suelo y a temperaturas altas en verano, acumulando crecimiento en los periodos secos mediante la formación de células potencialmente grandes no

expandidas, lo que aparece como una ventaja importante en situaciones de sequías estacionales. No obstante, y a pesar de que los tetraploides presenten tolerancia a la sequía, en estos casos la tasa de crecimiento en verano es relativamente lenta.

Por el contrario cuando el suministro de humedad y temperatura son ambos favorables para el crecimiento, las plantas con genomas más pequeños como las diploides son relativamente más exitosas que las plantas con genomas grandes. Ello se debería a que éstas tienen ciclos mitóticos más cortos y por lo tanto alcanzan tasas de crecimiento más rápidas, lo cual les permite explotar mejor el verano de los climas templados (Grime y Mowforth, 1982 citado por Hopkins et al., 1993).

En Uruguay se ha observado un comportamiento similar, presentando el cv Maku (tetraploide) mayor crecimiento invernal que el cv Sunrise y LE 627 (diploides) (Castaño y Menéndez, 1998). Sin embargo, en cuanto a resistencia a la sequía, contrariamente a lo observado en Nueva Zelanda, la línea diploide LE 627 muestra mayor tolerancia que el cultivar tetraploide Maku (Carámbula y Ayala, s/p).

2.3.1. Cultivares tetraploides

El cultivar Maku es el único cultivar tetraploide de *Lotus pedunculatus*. Fue desarrollado en Nueva Zelanda (Palmerston North) (Armstrong, 1974 citado por Kaiser et al., 1990) y liberado comercialmente en dicho país en el año 1975 (Hill et al., 1990). Es un híbrido intraespecífico tetraploide, que fue originado mediante cruzamientos y retrocruzamientos de materiales originarios de Nueva Zelanda y Portugal, lográndose la poliploidía por inducción mediante colchicina (Hopkins et al., 1993).

Cv Maku es la versión tetraploide del cv Sunrise pero en Nueva Zelanda presenta características morfofisiológicas y productivas muy contrastantes a las de este cultivar diploide. Es más erecto y tiene hojas más grandes comparado con lotus diploide, también tiene tallos más blandos y espesos, hábito de crecimiento más erecto y abierto y mejor crecimiento invernal (Armstrong, 1974 citado por Hopkins et al., 1993).

Entre los principales atributos que caracterizan al cultivar Maku se debe destacar el mayor tamaño de la semilla y un mayor vigor de sus plántulas, lo cual favorece claramente una implantación más fácil y seguramente rendimientos más elevados que los diploides al primer año (Carámbula y Ayala, s/p). En este sentido, Castaño y Menéndez (1998) en un estudio realizado en INIA Treinta y Tres con diferentes procedencias de *L. pedunculatus* (diploides y tetraploides) observaron una mayor contribución del cv Maku en el primer año (año de instalación del mejoramiento), lo cual denota la mayor precocidad de dicho cultivar.

Por otra parte, cv Maku posee una destacada habilidad colonizadora dada por la elevada eficiencia de la multiplicación vegetativa a través de su red de estolones y rizomas (Sheath, 1980 b). Si bien esta destacada producción de rizomas otorga al cultivar Maku una alta capacidad para proteger al suelo de efectos de erosión y para aprovechar mejor el fósforo de las refertilizaciones, un exceso de densidad lo transforma en una forrajera agresiva y dominante, lo cual afecta negativamente su capacidad de asociación con otras especies (Carámbula y Ayala, s/p). Al respecto, Kaiser et al. (1990) observaron que lotus cv Maku se mostró agresivo en algunas

pasturas densas de *Festuca arundinacea*. Este comportamiento agresivo de Maku también fue observado en Uruguay por Castaño y Menéndez (1998) quienes registraron una tendencia muy marcada del cv Maku a dominar en un mejoramiento de campo natural durante tres años consecutivos; mientras que en el mismo trabajo los cultivares diploides Sunrise y LE 627 se mostraron menos dominantes que Maku.

A pesar de las ventajas agronómicas que presenta el cultivar Maku, los pobres rendimientos en semilla a menudo obtenidos limitan su uso en forma más extendida. Las principales razones de obtener baja producción de semillas son la floración indeterminada (Neal, 1983 citado por Tabora et al., 1990) y la impredecible apertura de las vainas (Hare et al., 1984 a citado por Arrillaga y Coduri, 1997).

Con respecto a su capacidad de semillazón, aparte de las características inherentes de los tetraploides de producir menos semillas que los diploides, este cultivar no encontraría en Uruguay las condiciones óptimas de fotoperíodo para florecer y fructificar. En este sentido, Blumental et al. (1998) citado por Carámbula y Ayala (s/p) sostienen que los requerimientos mínimos del cv Maku para florecer incluyen el fotoperíodo y la vernalización, oscilando el largo del día crítico para inducción floral según Tabora et al. (1990) entre 14.5 y más de 15 horas. Por lo tanto en regiones con menos de 40° de latitud como las de Uruguay (30° - 35°) y con altas temperaturas la capacidad reproductiva por semillas de este cultivar estaría limitada (Carámbula y Ayala, s/p).

2.3.2. Cultivares diploides

Entre los cultivares diploides de *Lotus pedunculatus* es posible citar los cultivares Sharnae originado en Australia (Bowman, 1993 citado por Castaño y Menéndez, 1998), Sunrise originado en Nueva Zelanda (Hopkins et al., 1993) y varias líneas experimentales desarrolladas en Uruguay entre las que se destaca LE 627 (Castaño y Menéndez, 1998).

El cultivar Sharnae fue seleccionado en Australia a partir de materiales colectados en Portugal. Presenta floración más concentrada y temprana que cv Maku (setiembre – octubre vs diciembre – enero), y puede producir semilla en latitudes tan bajas como 26°S, alcanzando en parcelas regadas rendimientos de 300 a 350 kg/ha. Las semillas son más pequeñas que las del cv Maku (el peso de 1000 semillas es de 0.55 g vs 0.8 g) y presenta casi el doble de semillas por chaucha que dicho cultivar (20 vs 12). Morfológicamente es similar al cv Maku, excepto en que tiene menos pilosidad, produce menos tallos de la corona por planta y un poco menos de rizomas. En cuanto a producción de forraje el cv Sharnae ha mostrado mayores rendimientos que el cv Maku durante el fin de la primavera y principios de verano. En sitios secos cv Sharnae tuvo una mejor persistencia, se diseminó más y produjo más materia seca que cv Maku, en cambio en sitios húmedos este último cultivar presentó mayor persistencia, diseminación y producción (Bowman, 1993 citado por Castaño y Menéndez, 1998).

El cultivar Sunrise, fue originado en Nueva Zelanda por cruzamientos y retrocruzamientos de plantas seleccionadas de *Lotus major* y material Portugués ((Neozelandés x Portugués) x Neozelandés)). Se adapta a condiciones climáticas húmedas y lluviosas (Hopkins et al. 1993). En Uruguay este cultivar presenta un

comportamiento muy satisfactorio en cuanto a producción de forraje, pero su producción de semillas al igual que en el cv Maku presenta inconvenientes, debido a que sus requerimientos de fotoperíodo y temperatura no son cubiertos en estas latitudes (Castaño y Menéndez, 1998).

Ambos cultivares diploides están más adaptados que Maku a pastoreos severos y/o frecuentes debido a su hábito de crecimiento postrado (Armstrong, 1974 citado por Sheath, 1981). En tal sentido, Harris et al. (1973) y Lambert et al. (1974) citado por Sheath (1980 a) encontraron que en parcelas de mezclas severamente pastoreadas, los cultivares diploides de *Lotus pedunculatus* tuvieron una mejor performance que el cv Maku. Según Sheath (1981) esta mejor performance de *Lotus pedunculatus* diploides estaría relacionada con la mayor habilidad de estos materiales más postrados para retener una mayor población de tallos residuales luego de la defoliación, los cuales pueden comenzar inmediatamente el rebrote.

Las líneas experimentales diploides originadas en Uruguay corresponden a un segundo ciclo de selección de materiales introducidos desde Portugal y Australia. Entre ellas se destaca LE 627 por sus atributos de producción de forraje y semillas (Castaño y Menéndez, 1998).

Estas líneas experimentales, a diferencia de los cultivares diploides procedentes de Oceanía se caracterizan por presentar hábito semierecto y menos rizomas, por lo que supuestamente soportarían un pastoreo menos severo (Carámbula com. pers.).

La línea LE 627 presenta baja densidad de rizomas y hábito de crecimiento abierto por lo que la competencia sobre las gramíneas asociadas es relativamente baja. Estas características la convierten en una leguminosa muy apta para formar mezclas forrajeras con gramíneas perennes invernales (Carámbula y Ayala, s/p). En este sentido, Castaño y Menéndez (1998) reportan mayores aportes de campo natural en mejoramientos de LE 627 que en mejoramientos de los cultivares Maku y Sunrise, lo cual muestra la mejor asociación de LE 627 con las gramíneas nativas.

Particularmente destacable es la tolerancia a la sequía que presenta LE 627, superando al cv Maku, presumiblemente por poseer un sistema radicular más profundo que éste (Carámbula, com. pers.).

Lotus pedunculatus LE 627, así como otros materiales diploides de La Estanzuela en desarrollo, florecen y semillan profusamente bajo las condiciones de Uruguay, por lo cual no presentan inconvenientes en su capacidad multiplicativa por semillas (Carámbula y Ayala, s/p). Al respecto, Castaño y Menéndez (1998) destacan la buena aptitud para producir semillas de LE 627, que superó significativamente a los cvs Maku y Sunrise con un rendimiento de semilla de 164 kg/ha frente a 24 y 5 kg/ha respectivamente.

En cuanto a la evolución a través de los años de los materiales diploides originados en La Estanzuela, estos autores mencionan que dichos materiales presentaron un progresivo aumento en la producción de forraje a lo largo de 3 años, diferenciándose de los cvs Maku y Sunrise que presentaron un máximo al 2º año y decayeron al 3º año.

Por último, Carámbula y Ayala (s/p) destacan que la persistencia de estos materiales diploides no sólo depende de los mecanismos de propagación vegetativa, sino que la semillazón y resiembra natural tienen un papel complementario importante. Esta característica se presenta como una ventaja muy destacable frente a la ocurrencia de condiciones climáticas adversas como ser sequías estivales.

Cuadro N°1 - Resumen del comportamiento de cv Maku y LE 627 en la Unidad Experimental Palo a Pique, Treinta y Tres (Carámbula y Ayala, s/p).

Característica	Cv Maku	LE 627
Nivel de ploidía	Tetraploide (2n=24)	Diploide (2n=12)
Habito de crecimiento	Rastrero	Semierecto
Tamaño de hojas	Grandes	Intermedias
Presencia de rizomas	Alta densidad	Baja densidad
Tipo de canopia	Muy densa, cerrada	Poco densa, abierta
Competencia sobre la gramínea asociada	Muy alta	Relativamente baja
Tolerancia al pastoreo	Alta con defoliaciones intensas pero poco frecuentes (controladas)	Alta con defoliaciones poco intensas aunque más frecuentes
Respuesta a la fertilización fosfatada	Muy buena, similar	Muy buena, similar
Producción de forraje acumulada en 3 años	Mayor	Algo menor
Producción de forraje al 3 ^{er} año	Muy buena, similar	Muy buena, similar
Persistencia depende de	Rizomas	Rizomas así como semillazón y resiembra
Presencia de tallos reproductivos (%)	Significativamente menor	Significativamente mayor
Producción de semilla	Baja	Muy elevada
Tamaño de semilla	Más grande	Más chica
Resistencia a la sequía	Menor	Mayor

2.4. CARACTERISTICAS MORFOFISIOLOGICAS

2.4.1. Estructuras de crecimiento subterráneo

Las plantas de *Lotus pedunculatus* poseen un sistema subterráneo extenso pero superficial, concentrado en los primeros centímetros del suelo. El mismo está formado por una corona primaria central y una raíz primaria pivotante a los que se le agrega una importante red de rizomas, estolones y raíces fibrosas. Dicha red entramada le otorga una muy buena habilidad colonizadora del tapiz y estabilizadora de suelos (Carámbula et al., 1994).

La corona y la raíz pivotante actúan juntas como nexo entre la parte subterránea y los tallos aéreos. Es un órgano compuesto que consiste en un agregado de bases de tallos que contienen un banco de meristemas y yemas de crecimiento (corona) y una raíz primaria pivotante asociada. La raíz pivotante generalmente consiste en una raíz mayor con hasta tres raíces laterales que crecen en la parte inferior de la corona, con un crecimiento en tamaño similar a la principal (Sheath, 1980 a).

La corona contribuye especialmente como base para la expansión inicial de los rizomas, teniendo una importancia relativamente menor en la producción de tallos cuando la planta posee un sistema de rizomas bien desarrollados (Sheath, 1980 a).

En las plantas adultas la corona presenta un primer período de actividad en el cual se ofrece como un banco eficiente de nuevos crecimientos, resultando activa tarde en el verano y durante el otoño cuando el crecimiento consiste en la formación de rizomas y/o estolones (Sheath, 1980 b).

La importancia relativa de la corona como fuente de nuevos crecimientos se incrementa en los períodos de estrés, tales como sequías severas, heladas intensas, defoliaciones continuas exageradas y competencia elevada por parte de la vegetación circundante (Sheath, 1981).

Cuando las plantas se encuentran en poblaciones ralas o en pasturas poco densas, los meristemas apicales dan lugar a la formación de tallos subterráneos llamados rizomas, mientras que en poblaciones densas o en pasturas asociadas a vegetación alta, ya sea por falta de pastoreo o por descansos prolongados para producir semillas, dichos tallos horizontales se ubican sobre el suelo, dando lugar a tallos rastreros con raíces en los entrenudos, llamados estolones (Carámbula, com. pers.).

Como consecuencia del crecimiento de los rizomas y estolones (rizomas estoloneiformes), las plantas de *L. pedunculatus* muestran durante parte del año porte prostrado y se extienden de forma muy eficiente hacia zonas libres de o con baja competencia. Dicha característica le permite a esta especie presentar una muy importante adaptación demográfica a ambientes muy variados, dado que invierte gran parte de los asimilatos en la formación de nuevos rizomas y estolones, los cuales pueden realizar una utilización más eficiente de los recursos ambientales al extenderse hacia nuevas áreas de las pasturas (Carámbula com. pers.).

Al respecto, Sheath (1980 b) menciona que los nudos de los rizomas leñosos se ensanchan durante fines de verano y otoño originando nuevos rizomas secundarios, los cuales son blancos y succulentos y fácilmente distinguibles del viejo sistema de rizomas originado desde la corona primaria, el cual se encuentra lignificado.

De acuerdo con Blumental et al. (1994) citado por Carámbula y Ayala (s/p) la época en que se forman los rizomas varía con la latitud en que se encuentra la pastura. Así, mientras a 29° Sur, los rizomas se forman en primavera; a 34° Sur el desarrollo de los rizomas comienza a mediados de verano y continúa hacia el otoño y a 40° Sur los rizomas se forman tarde en el verano y en otoño. En todos los casos la aparición de los rizomas se produce cuando se dan buenas condiciones de humedad.

A la expansión de los rizomas durante fines de verano y otoño la cual genera una alta acumulación de materia seca subterránea, le sigue una disminución de la misma debido a que ocurre fragmentación de dichos órganos, formando en invierno y primavera plantas multicoronas fragmentadas. Esta expansión inicial y subsecuente propagación vegetativa refleja la característica colonizadora natural de *Lotus pedunculatus* (Sheath, 1980 b).

Asociado con los cambios estacionales de la biomasa subterránea, la concentración máxima de carbohidratos no estructurales en los rizomas, corona y raíz primaria se encuentra en otoño, y la mínima tarde en primavera. Estas reservas almacenadas durante el otoño son utilizadas como substrato respiratorio de los órganos subterráneos durante invierno y primavera, y tienen mucha relevancia en el mantenimiento de las plantas, constituyendo la base para la iniciación del crecimiento de tallos aéreos en primavera y por lo tanto para la producción de forraje (Sheath, 1980 b).

El sistema radicular consiste en raíces fibrosas no lignificadas con nódulos asociados, raramente ubicadas a una profundidad mayor de 5 cm, las que combinadas con la extensa red de rizomas, resultan en una densa masa superficial. Estas surgen desde la corona, raíz primaria y rizomas. Las raíces nuevas son blancas y se incrementan durante el otoño cuando los tejidos de los nuevos rizomas se expanden. A fines del otoño y durante el invierno, su crecimiento es limitado para permitir la nueva producción del sistema de rizomas, alcanzando un máximo de crecimiento a mediados de primavera; el cual se registra sobre los rizomas formados en el otoño (Sheath, 1980 b).

Este sistema radicular superficial junto con la presencia de espacios con aire en la corteza de la raíz (Soper, 1959 citado por Sheath, 1980 a), permite a la especie sobrevivir y producir bajo condiciones de anegamiento (Barnard, 1969 citado por Sheath, 1980 a).

Por otra parte, esta capacidad de producir una alta concentración de raíces en la capa superficial del suelo, ha sido relacionada con la habilidad de *Lotus pedunculatus* de obtener eficientemente el fósforo del suelo en condiciones de bajos niveles de dicho nutriente (Walter y Adams, 1959 citado por Sheath, 1980 b). En este sentido Gillingham et al. (1978) citado por Carámbula (1996) mencionan que el 90% del fósforo absorbido por una pastura proviene de los primeros 7 cm

del suelo, siendo improbable que exista absorción apreciable de este nutriente a profundidades mayores a 30 cm.

De ahí que el género *Lotus* y en especial *L. pedunculatus* (que supera a *L. corniculatus* y *L. tenuis*) tengan una mayor eficiencia en la absorción del fósforo de las refertilizaciones que otros géneros como *Trifolium* y *Medicago*. Este comportamiento estaría explicado principalmente por diferencias en el sistema radicular compuesto por raíces ramificadas y fibrosas en los primeros y por raíces pivotantes profundas en trébol rojo y alfalfa, así como por diferencias en la traslocación y acumulación de dicho nutriente (Carámbula, 1996).

Al mayor volumen radicular superficial que presenta *L. pedunculatus* en comparación con *L. corniculatus* y *L. tenuis* también se le atribuye la mayor eficiencia para crecer y formar nódulos aún en condiciones de deficiencia de fósforo (Cerdeña, 1996 citado por Ruz et al., 1999 citado por Carámbula y Ayala, s/p).

La tolerancia a la toxicidad por aluminio de esta especie, puede estar dada por una reducida absorción y traslocación de aluminio hacia los tallos (Nordmeyer et al., 1977 citado por Sheath 1981) y su destacable fijación de nitrógeno en suelos ácidos podría estar relacionada con la tolerancia a la acidez por parte del rizobio asociado (Norris, 1965 citado por Sheath, 1981).

2.4.2. Estructuras de crecimiento aéreo

La canopia de *Lotus pedunculatus* presenta tallos que brotan de diferentes sitios. Estos se clasifican en: tallos brotados desde rizomas, tallos brotados desde la corona, tallos axilares secundarios brotados de tallos residuales del corte anterior, tallos axilares secundarios brotados de tallos cuyo ápice terminal no ha sido removido, tallos residuales luego del corte anterior y tallos muertos (Sheath, 1980 b).

La corona presenta dos períodos de actividad. El primero ocurre durante fines de verano y otoño cuando se originan nuevos tallos que generalmente continúan como rizomas y/o estolones. El segundo período de actividad se produce durante la primavera y temprano en el verano cuando el crecimiento de las plantas es dominado por la formación de tallos aéreos fértiles, que normalmente contribuyen con la mayor producción de semillas. Al mismo tiempo se forman nuevos tallos aéreos a partir de los nudos de rizomas y estolones, los cuales son en su mayoría poco fértiles o se mantienen vegetativos (Sheath, 1980 b).

La corona y raíz pivotante tienen baja significancia como fuentes para el crecimiento de nuevos tallos en plantas establecidas, en comparación con el sistema de tallos asociados (rizomas y estolones). Estos son los mayores contribuyentes en el total de la producción de tallos (Sheath, 1980 b).

Sin embargo, bajo condiciones de estrés, como ser una severa competencia o una sequía de verano, la importancia relativa de la corona como fuente de crecimientos de nuevos tallos, podría aumentar. En este sentido, parecería que la corona y raíz pivotante son más permanentes que la red de rizomas asociados (Sheath, 1980 b).

Los nudos hinchados de los rizomas que se encuentran entre 1 y 10 cm desde la corona son los sitios predominantes desde los cuales los tallos que brotan desde los rizomas se desarrollan. Los tallos brotados desde la corona principalmente se originan desde el borde o debajo de la misma, y pocos surgen desde la parte superior (Sheath, 1980 b).

Estos tallos aéreos, formados tanto desde la corona como desde los rizomas y estolones, pueden ser descriptos como "decumbentes" en vegetaciones ralas y como "erectos" en vegetaciones densas (Carámbula y Ayala, s/p).

El crecimiento de un nuevo tallo también puede desarrollarse a partir de nudos superficiales ubicados sobre tallos intactos o defoliados (Sheath, 1981).

Este hábito de ramificación natural es característico del crecimiento indeterminado de *Lotus pedunculatus* (Sheath, 1980 b).

Con respecto al patrón estacional de desarrollo Sheath (1981) encontró que en primavera y temprano en el verano se da el mayor desarrollo de la parte aérea, correlacionado positivamente con el aumento de la temperatura y el alargamiento de los días.

Dicho autor observó que los tallos axilares secundarios brotados desde tallos intactos y/o defoliados, están involucrados en el rebrote en primavera y veranos húmedos. En condiciones de verano seco y de invierno frío, la viabilidad de los tallos residuales y de los tallos brotados desde éstos es pobre; y como resultado la canopia en esos períodos es dominada por tallos brotados desde los rizomas.

Al respecto, Sheath (1980 b) observó que el número de tallos brotados desde los rizomas fue bajo en primavera, pero incrementó durante Enero y Febrero, y presentó un pico hacia mediados de otoño.

En cuanto a los tallos originados desde la corona, este autor observó que excepto durante mediados de verano y otoño, éstos fueron pocos y a veces ausentes. Aún en los períodos de inicio de brotación o en el periodo de máxima producción, los tallos brotados desde la corona tuvieron escasa contribución en el peso total de la canopia.

Según este autor, una mayor iniciación y desarrollo de tallos del rastrojo generalmente ocurre dentro de canopias ralas, en cambio cuando se trata de canopias con alta acumulación de forraje, hay una mayor tendencia para que comience un crecimiento lateral de rizomas, más que el crecimiento de tallos aéreos foliares.

2.5. TIPOS ERECTOS Y POSTRADOS Y SU RELACION CON EL MANEJO DE PASTOREO Y DE PERSISTENCIA

Lotus pedunculatus presenta diferentes hábitos de crecimiento variables entre postrado, semipostrado, semierecto y erecto según el origen de las distintas procedencias y el momento fenológico que se considere (Carámbula y Ayala, s/p).

De acuerdo con Pierre (1953) y Smith (1959) citados por Carámbula y Ayala (s/p) la persistencia de los Lotus es afectada por la ocurrencia de interacciones entre el hábito de crecimiento de la especie y las prácticas de manejo de pastoreo que se apliquen.

El rebote luego de un pastoreo o corte depende de la disponibilidad de puntos de crecimiento, de las reservas de carbohidratos del rastrojo y del área foliar remanente del mismo (Carámbula, 1977).

Los puntos de crecimiento pueden presentarse a diferentes alturas de acuerdo a la especie, la época del año, el hábito de crecimiento, etc., y las plantas podrán mostrar un comportamiento diferencial a la defoliación de acuerdo con la altura a la que se realice el pastoreo o el corte (Carámbula, 1977).

En *Lotus pedunculatus*, 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, 1980 b).

En esta especie el rebrote se basa tanto en los tallos aéreos que nacen de las yemas axilares del rastrojo, como de los tallos aéreos que crecen desde las yemas de la corona y de los nudos de los rizomas (Sheath, 1980 b).

A pesar de que estos últimos representan en los rebrotes una mayor población, ellos demoran más en crecer y formar hojas que los primeros y en consecuencia poseen, durante su primer desarrollo, menor productividad y una más baja capacidad competitiva (Carámbula et al., 1994).

Por consiguiente, el aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con la superficie foliar remanente, la cual se determina por la intensidad de la defoliación y fundamentalmente también por el tipo de crecimiento de la especie (erecto o rastrojo) (Carámbula, 1977).

Según Bommer (1966) citado por Carámbula (1977) las especies forrajeras menos sensibles a una defoliación son aquellas que presentan un área foliar remanente mayor luego del pastoreo, la cual les permite a las plantas restablecer más rápidamente su actividad fotosintética. En este sentido, Sheath (1980 a) sostiene que en *L. pedunculatus* el rebrote rápido y temprano depende fundamentalmente de la presencia de una población residual de tallos intactos y en activa expansión.

Sin embargo, para Bommer (1966) citado por Carámbula (1977) esto es cierto siempre que la masa foliar remanente sea eficiente. De ahí entonces que no sólo es

importante la cantidad remanente de hojas, sino también el tipo y estado de las mismas.

El hábito postrado permite mantener una superficie foliar apropiada que aporte los metabolitos necesarios para el crecimiento y persistencia, ya que a una misma altura de defoliación, el área foliar remanente será mayor en plantas de porte postrado que en plantas de porte erecto (Carámbula, 1977).

Por lo tanto, el manejo del pastoreo no debe ser el mismo para ambos tipos, debiéndose permitir a los cultivares de hábito erecto mantener rastrojos más altos que los de hábito postrado (Alison et al., 1989 citado por Carámbula y Ayala, s/p).

En este sentido, Carámbula (1996) menciona como recomendación general que las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2.5 cm, mientras que las erectas solamente hasta 5.0 – 7.5 cm. Esta recomendación concuerda con la de Smetahm (1973) citado por Castaño y Menéndez (1998) quienes recomiendan retirar el pastoreo a los 2.5 cm para especies y/o cultivares postrados y a los 5.0 cm para los erectos.

De acuerdo con Sheath (1981), los cultivares más postrados de *Lotus pedunculatus* presentan un rebrote más rápido, lo cual estaría relacionado con la mayor habilidad para retener una población superior de tallos aéreos que pueden comenzar el crecimiento inmediatamente después de la defoliación.

Sin embargo, a pesar de que las plantas más postradas tengan rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y en consecuencia sus rendimientos de forraje son por lo general menores que las de tipo erecto, presentando estas últimas una producción mayor con manejos más aliviados (Carámbula, 1977).

En cambio las plantas de tipo postrado están más adaptadas a pastoreos severos y/o frecuentes, donde la producción de las plantas erectas es imposible que sea expresada (Armstrong, 1974 citado por Sheath, 1980 a).

De hecho, los cultivares diploides Sharnae y Sunrise están más adaptados que el cultivar tetraploide Maku a pastoreos severos y/o frecuentes debido a que presentan hábito de crecimiento más postrado (Armstrong, 1974 citado por Sheath, 1981).

En este sentido, Harris et al. (1973) citado por Sheath (1980 a) encontraron que en parcelas de mezclas severamente pastoreadas, los cultivares de *Lotus pedunculatus* más postrados (diploides) tuvieron una mejor performance que los más erectos (Maku).

Por su parte Lambert et al. (1974) citado por Hopkins et al. (1993) observaron que bajo condiciones de fertilidad pobre y pastoreo intenso con ovinos Sunrise presentó mayor crecimiento que Maku.

Las líneas experimentales originadas en Uruguay, a diferencia de los cultivares diploides Sharnae y Sunrise procedentes de Oceanía presentan hábito semierecto, por lo que supuestamente requerirían un pastoreo menos severo que éstos y que el cv Maku (Carámbula, com. pers.).

En cuanto a la persistencia, varios autores sostienen que la misma es afectada por interacciones entre el hábito de crecimiento y el manejo de pastoreo. Harris et al. (1993) mencionan como causantes principales de persistencias pobres del cultivar Maku las malas condiciones estacionales y el mal manejo del pastoreo, teniendo menor importancia las malezas, plagas y enfermedades.

Por consiguiente, respecto al hábito de crecimiento, se debe tener en cuenta que éste es un carácter morfológico que condiciona las respuestas de los Lotus a los diferentes regímenes de pastoreo que se apliquen, registrándose una persistencia mayor en aquellas especies con hábito postrado sobre las de hábito erecto (Curl et al., 1989 citado por Carámbula y Ayala, s/p).

Ello se debe a que en los tipos de hábito o porte postrado la presencia no sólo de un área foliar remanente mayor después de los pastoreos, sino también la fructificación cercana al suelo, constituyen dos atributos decisivos que favorecen la persistencia de estas especies en las pasturas (Templeton et al., 1973 citado por Carámbula y Ayala, s/p).

Otro aspecto a tener en cuenta, es que los atributos positivos que presentan las plantas de tipo erecto para la producción de forraje, pueden ser perjudiciales para su crecimiento y persistencia en pasturas mixtas bajo pastoreo. En este sentido, la selectividad animal en períodos críticos de utilización de forraje, ya sea por preferencia o pasivamente como resultado de la posición de los materiales más erectos en el horizonte de pastoreo, se presenta como una variable de gran importancia en la determinación de la persistencia (Hopkins et al., 1993).

2.6. MORFOFISIOLOGIA Y FACTORES AMBIENTALES ESTACIONALES Y SU INFLUENCIA SOBRE: FRECUENCIAS DE DEFOLIACION Y ESTRATEGIAS DE PERSISTENCIA

La respuesta al manejo de defoliación está condicionada por la estructura morfológica, la condición fisiológica y las capacidades respectivas de ajuste y de readaptación morfofisiológica al régimen de manejo empleado (Formoso, 1996).

El lento potencial de rebrote, debido a la eliminación por pastoreo de los puntos de crecimiento terminales de los tallos aéreos y principalmente por su respuesta tardía a reponerlos constituye probablemente el aspecto más crítico de esta especie (Carámbula et al, 1994).

Se debe considerar que luego de la defoliación el área foliar remanente es escasa y de baja capacidad fotosintética debiéndose reiniciar el crecimiento a partir de las yemas no cortadas de los pequeños tallos y de los nudos de los rizomas mediante la energía disponible como reserva (Sheath, 1980 a).

Los tallos que brotan desde los rizomas representan en los rebrotes una mayor población, pero demoran más en crecer y formar hojas que los que brotan a partir de las yemas de los tallos remanentes del rastrojo. En consecuencia poseen menor productividad y más baja capacidad competitiva durante su primer desarrollo. Por consiguiente, un rebrote rápido y temprano depende

fundamentalmente de la presencia de una población residual de tallos intactos y en activa expansión (Sheath, 1980 a).

Sin embargo, cuando la pastura se maneja de manera que las plantas dispongan de un importante acopio de sustancias de reserva mediante pastoreos intensos con alivios prolongados, el rebrote producido desde los nudos de los rizomas es bastante inmediato (Carámbula et al., 1994).

El otoño parece ser la época más crítica que afecta la persistencia de *Lotus pedunculatus*, por lo que se requiere un manejo de pastoreo muy controlado durante esta estación; si se quiere formar nuevos estolones y rizomas; así como promover una mayor acumulación de reservas, lo que conducirá a incrementar el vigor y la productividad de las plantas (Sheath, 1980 b).

La formación de estolones y rizomas resulta esencial, ya que ellos no sólo contribuyen el mecanismo básico para la propagación de esta leguminosa, sino que también otorgan una buena capacidad de recuperación luego de la ocurrencia de déficits hídricos y confieren un considerable grado de resistencia al efecto del pisoteo. También presentan menor vulnerabilidad al ataque de enfermedades. Por último, cumplen una misión fundamental al promover la persistencia del mejoramiento, ya que la misma es determinada fundamentalmente por el balance entre la aparición y la muerte de estolones y rizomas (Carámbula y Ayala, s/p).

De acuerdo con estudios efectuados por Sheath (1980 b), en verano y otoño se produce el mayor desarrollo de los órganos subterráneos coincidiendo con la caída de la temperatura y el largo del día. En dicho trabajo, el peso de la materia seca de la parte subterránea fue variable durante primavera y principios de verano, y comenzó a incrementar desde febrero hasta mediados de julio, para luego tener una caída porcentual del 30% en invierno, debido a que en esta estación se produce la fragmentación de dichos órganos.

La expansión general de los órganos subterráneos durante fines de verano y otoño fue contrastante a la de primavera y principios de verano cuando los tallos aéreos dominan el crecimiento de las plantas (Sheath, 1980 b).

Este mismo autor observó que la concentración máxima de carbohidratos no estructurales en los rizomas, corona y raíz primaria se encontraba en otoño, y la mínima en primavera. Los azúcares almacenados en los citados órganos durante fines de verano y otoño juegan un rol importante en el mantenimiento y son la base para la iniciación del crecimiento de tallos en primavera y por lo tanto para la producción de forraje.

Según Carámbula y Ayala (s/p) los rizomas y estolones son los órganos más afectados por la estación del año y la defoliación. En este sentido, la extensión de dichos órganos puede ser afectada sensiblemente por la ocurrencia de heladas tempranas así como por pastoreos intensos, lo cual modificará su capacidad para colonizar y la posibilidad de diferir forraje de otoño al invierno.

De acuerdo con Wedderburn et al. (1985) la producción de rizomas en otoño podría ser reducida por pastoreos tan tempranos como enero, y severamente afectada por pastoreos a principios de febrero y en marzo.

Al respecto, Sheath (1980) recomienda en pasturas ralas evitar pastoreos a fines de verano y otoño, para mejorar el desarrollo de rizomas y las reservas de carbohidratos

Debería quedar claro, que la recomendación de la necesidad de evitar el pastoreo durante el período crítico para el desarrollo de rizomas, sólo se debe aplicar cuando se requiere un incremento en la densidad de *Lotus pedunculatus*. En pasturas donde se ha obtenido una densidad de plantas adecuada, a través de un uso correcto de técnicas de establecimiento de plantas o manejos tempranos para el desarrollo de rizomas, esta especie puede ser pastoreada a través del período verano – otoño (Wedderburn et al., 1985).

En el mismo sentido, Arrillaga y Coduri (1997) observaron que el pastoreo continuo durante el verano fue negativo para *Lotus pedunculatus*, mientras que el descanso de otoño fue muy importante para dicha especie. El descanso otoñal debería ser de por lo menos 60 días, período que no sólo favorece el desarrollo de rizomas y la acumulación de reservas, sino que también permite diferir forraje para la época crítica invernal. Descansos de 120 días no ofrecieron ventajas adicionales comparados con los de 60 días, que produjeron igual o mayor cantidad de materia seca y que permitieron mayor número de pastoreos.

En invierno, estos mismos autores observaron que la frecuencia de defoliación tuvo menor incidencia en la producción de forraje, debido probablemente a que las condiciones adversas del invierno no permitieron altas tasas de crecimiento.

Con respecto a la persistencia de *Lotus pedunculatus*, se debe tener en cuenta que si bien ésta se logra básicamente por mecanismos de multiplicación vegetativa, los cuales son más rápidos y efectivos, en algunas procedencias la regeneración mediante el reclutamiento de nuevas plántulas por semillazón y resiembra natural puede ocupar un rol complementario muy importante (Carámbula y Ayala, s/p).

En este sentido, Blumenthal et al. (1998) citado por Carámbula y Ayala (s/p) sostienen que en *L. pedunculatus* cv Maku el reclutamiento de plántulas puede ocurrir luego de sequías muy importantes o de inundaciones prolongadas siempre que exista un buen banco de semillas en el suelo. Dicho banco de semillas del suelo debería tener por lo menos 600 semillas germinables/m² (equivalente a 2.7 kg/ha) para que este cultivar se restablezca.

De acuerdo con Lowther et al. (1992), el potencial de resiembra natural para incrementar la densidad de *L. pedunculatus* cv Maku puede ser severamente afectado por defoliaciones a fines de primavera y verano. No obstante, aun en pasturas que no fueron pastoreadas durante dicho período, la resiembra natural no fue satisfactoria.

Al respecto, Arrillaga y Coduri (1997) reportan que el descanso primaveral (120 días) para permitir que se cumpla el proceso floración – semillazón no tuvo ninguna ventaja en comparación con los tratamientos rotativos (60 días de descanso) los cuales no sólo permitieron que se cumpliera el proceso floración – semillazón, sino que a la vez contribuyeron a disminuir las posibles pérdidas de

materia seca por descomposición y muerte en períodos de descanso muy prolongados.

En cuanto a la capacidad de resiembra a través de animales, Lowther et al. (1992) observaron que a pesar de que un alto porcentaje de semillas de *Lotus pedunculatus* fue dañada durante la digestión, suficiente semilla sobrevivió al pasaje a través de tracto digestivo de los animales y pudo germinar en las heces. No obstante, la ausencia de rizobios limitó la nodulación en las plantas que germinaron.

2.7. EFECTOS DE DIFERENTES REGIMENES DE DEFOLIACION SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOTUS PEDUNCULATUS: FRECUENCIAS DE DEFOLIACION, ALTURAS DE RASTROJO Y EPOCAS DEL AÑO

La producción de forraje y longevidad de las plantas es altamente dependiente del manejo de defoliación impuesto. Cada pastoreo o corte, a través de su frecuencia e intensidad, modifica la cantidad de meristemas refoliadores, los niveles de energía disponibles por los mismos y las tasas de crecimiento de los rebrotes. Asimismo, debe considerarse que los efectos de un mismo manejo de defoliación varían con la estación del año y las características morfofisiológicas de cada especie y/o cultivar (Formoso, 1996).

2.7.1. Efecto de diferentes regímenes de defoliación sobre la producción de forraje

El rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha) está dado por la altura del rastrojo al retirar los animales o después de efectuado un corte y no sólo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total. En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente. Por otra parte, es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente y para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales IAF bajos (Carámbula, 1996).

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 los últimos comienzan a dominar la canopia a medida que se produce el crecimiento. En contraste, la contribución de los tallos del rastrojo al rebrote es mayor con alturas de corte más altas (9.5 cm) y se mantiene durante más tiempo (Sheath, 1981).

Según Sheath (1980 a) el rebrote de los tallos del rastrojo sigue un patrón básico, donde las tasas iniciales aumentan pero luego declinan a medida que los tallos de origen rizomatoso comienzan a dominar el rebrote. De ahí entonces que los tallos del rastrojo forman una población de tallos transitoria.

De acuerdo con las observaciones registradas por este autor, un aumento en la frecuencia y altura de corte mejora la tasa de crecimiento inicial de los tallos de *Lotus pedunculatus*, debido a que se añaden al rebrote, una mayor población de tallos aéreos del rastrojo.

Sin embargo, los cortes más frecuentes limitaron la expresión de las mayores tasas de crecimiento potenciales de los tallos rizomatosos y los cortes más altos fomentaron el crecimiento de brotes desde los tallos residuales y generaron la presencia de una abundante cantidad de materia seca residual y material muerto perdido dentro de la canopia (Sheath, 1980 a). En los tallos residuales, los entrenudos fueron más largos y el crecimiento se tornó más erecto (Sheath, 1980 b).

La iniciación y el desarrollo de tallos aéreos de origen rizomatoso disminuye a medida que la defoliación es más aliviada, especialmente durante la primavera tardía y verano (Sheath, 1981). Defoliaciones más frecuentes y/o más severas incrementan el número de tallos rizomatosos que participan en el rebrote, lo cual desfavorece las altas producciones de forraje (Sheath, 1980 a).

Una mayor iniciación y desarrollo de tallos del rastrojo generalmente ocurre dentro de canopias ralas, en cambio cuando se trata de canopias con alta acumulación de forraje, hay una mayor tendencia para que se comience el crecimiento lateral de rizomas, más que el crecimiento de tallos aéreos foliares (Sheath, 1980 b).

Con referencia al número de pastoreos o cortes (frecuencia de cosecha), a pesar de que cada especie posee un período de crecimiento limitado, cuanto mayor es el número de ellos, o sea la frecuencia, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto más baja la producción de forraje de cada uno de ellos (Carámbula, 1996).

Este autor sostiene que si bien la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular y de la época del año en que se realice, el elemento que determina la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será demarcado en teoría por el IAF óptimo.

Sheath (1980 a) observó que con intervalos extendidos entre cortes (6 semanas) se produjeron canopias finales mayores de *Lotus pedunculatus*, pero el remanente tenía menos sitios potenciales para tallos del rastrojo y área foliar. En este mismo sentido, Sheath (1981) menciona que los períodos extendidos sin pastoreo no estimulan el desarrollo de una población de tallos basales y si bien ocurre una mayor tasa de crecimiento potencial de los tallos rizomatosos, 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 por descomposición y muerte.

2.7.2. Efectos de diferentes regímenes de defoliación sobre la parte subterránea

La defoliación determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y consecuentemente del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, 1987 citado por Formoso, 1996). Otro efecto importante de la defoliación al disminuir las cantidades de sustancias de reserva, es su influencia sobre la producción de raíces (Carámbula, 1977). En este sentido, Jameson (1964); Davidson et al. (1965) citado por Carámbula (1977), demostraron que la defoliación no sólo provoca una reducción en el crecimiento de las raíces, sino también una disminución en la absorción de nutrientes por las mismas.

De acuerdo con Troughton (1957) citado por Sheath (1980 b) la relación positiva entre el incremento en la altura de corte o en la frecuencia del mismo y el crecimiento subterráneo es bien conocida. En los tratamientos de mayor altura y frecuencia de corte existe mayor crecimiento subterráneo

En este sentido, Harris y Blumenthal (1995) observaron que el número de rizomas/m² y el largo de rizomas/m² fue incrementado con mayores alturas e intervalos de corte.

Según estos autores, cuando las defoliaciones fueron frecuentes, la altura de corte se tornó crítica, registrándose una severa reducción en el número, peso y largo de los rizomas cuando se combinaron cortes frecuentes (cada 30 días) e intensidades altas (2 cm). Con intensidades intermedias (6 cm), el número de rizomas sería suficiente para mantener la productividad y persistencia de las pasturas de *Lotus pedunculatus*.

Por otra parte, estos autores encontraron que el impacto de las defoliaciones severas sobre los rizomas fue mayor durante otoño tardío e invierno, período en el que ocurre el pico de crecimiento de los mismos. En este sentido, Wedderburn y Lowther (1985) mencionan que la producción de rizomas en otoño podría ser reducida por pastoreos realizados en enero, y severamente afectada por pastoreos a principios de febrero y en marzo.

De acuerdo con observaciones realizadas por Sheath (1980 b), el peso de la corona y raíz pivotante también presenta una marcada variación estacional relacionada con el manejo de la parte aérea. En tratamientos con defoliaciones intensas y frecuentes especialmente durante el verano se registraron bajos pesos secos de corona y raíz. Esta respuesta podría explicar los problemas de baja persistencia de plantas bajo condiciones de estrés hídrico y pastoreos continuos.

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

Lo aconsejable según este autor es que los pastoreos sean limitados y no muy intensos durante fines de verano – principios de otoño, para mejorar el desarrollo de rizomas y la profundidad radicular en el otoño.

2.8. MANEJO ESTACIONAL DEL PASTOREO

Lotus pedunculatus se adapta mejor a rotaciones largas y alturas aliviadas de pastoreo con descansos estratégicos que permitan aumentar la densidad de la pastura (Blumenthal et al., 1994 citado por Carámbula, 1996) ya que los manejos intensos prácticamente eliminan a esta especie. Por ello requiere un manejo de defoliación cuidadoso (Carámbula, 1996). La intensidad y frecuencia de los cortes o pastoreos tienen diferentes efectos según el estado fisiológico de la pastura y las condiciones ambientales en las que se realizan (Carámbula, 1977).

2.8.1. Pastoreo en primavera

En general durante la primavera se producen las mayores tasas de crecimiento del año, y los manejos de cortes frecuentes en esta estación determinan las mayores disminuciones en términos absolutos del potencial de producción de forraje primaveral y consecuentemente anual (Formoso, 1996).

Los bajos rendimientos obtenidos en los manejos más frecuentes, se explican porque morfológicamente limitan el crecimiento de los meristemos nodales intercalares y también del área foliar, deprimiendo por esta vía los niveles de energía disponibles a nivel de los puntos de crecimiento, meristemas refoliadores, condicionados por tasas menores de fotosíntesis y/o por menor acumulación de reservas (Formoso, 1996).

De acuerdo con Carámbula y Ayala (s/p) esta especie no debe ser arrasada durante la época de crecimiento activo, debiéndose aplicar en lo posible manejos conservadores poco frecuentes y aliviados, dejándose rastrojos de 3-5 cm. En primavera son importantes las frecuencias de pastoreo racionalmente distanciadas (pastoreo controlado, diferido, rotativo) ya que en esta estación las tasas de crecimiento mayores se alcanzan en los estratos superiores.

Sin embargo, estos autores advierten que los pastoreos muy aliviados si bien permiten un rebrote más rápido, también pueden llevar a efectuar una mala utilización del forraje producido y a la pérdida de materia seca por descomposición de la misma en el rastrojo. Con la acumulación exagerada de forraje no sólo se promueve la pérdida de materia seca por descomposición, sino que además se favorece una tendencia mayor a que los puntos de crecimiento de los rizomas principales se transformen en rizomas secundarios y no en tallos aéreos. Así mismo, pastoreos muy aliviados aplicados principalmente en mejoramientos extensivos pueden provocar, en especial en verano, el endurecimiento de las gramíneas nativas así como efectos negativos como consecuencia de la selectividad ejercida sobre *Lotus pedunculatus*.

Estos mismos autores recomiendan que el manejo de defoliación se realice de manera tal que las plantas adopten un hábito de crecimiento postrado, y por lo tanto presenten luego del pastoreo mayores poblaciones de tallos aéreos productivos en crecimientos, lo que permitirá un mejor rebrote.

Arrillaga y Coduri (1997), concluyeron en su estudio sobre defoliación de lotus Maku que la frecuencia de corte fue la variable determinante en la producción de materia seca de Maku en primavera, y que la intensidad de corte no afectó el

rendimiento en dicha estación, cuando se alcanzan altas tasas de crecimiento en los estratos superiores.

Dichos autores encontraron que con la frecuencia de corte cada 60 días, independientemente de la altura de corte, se alcanzaron rendimientos mayores que con la frecuencia cada 30 días. Estos resultados, según los autores se deben a que los tratamientos rotativos (60 días) 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. Con cortes cada 60 días fue con la altura de corte 2.5 cm que se alcanzó el rendimiento más alto de lotus Maku, mientras que en los tratamientos cortados cada 30 días a 2.5 cm se observó una gran disminución en la producción de lotus Maku al pasar del segundo al tercer año del mejoramiento, lo que probablemente estaría indicando problemas de persistencia.

Los mismos autores observaron que los tratamientos con descanso en primavera (octubre – enero) 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 determinaron una baja producción neta de forraje. Por otra parte, los tratamientos rotativos (60 días) permitieron que se cumpliera el proceso de floración – semillazón y a la vez contribuyeron a disminuir las posibles pérdidas por descomposición de la materia seca.

2.8.2. Pastoreo en verano

El pastoreo continuo e intenso durante el verano fue negativo para *L. pedunculatus*. En esta estación la intensidad de corte (eficiencia de cosecha) fue la variable más importante en la determinación del rendimiento de lotus Maku. Los mayores rendimientos se obtuvieron con cortes a 2.5 cm, dado que la mayor parte del forraje se encontraba en los estratos inferiores. Los tratamientos cortados a 7.5 cm de altura fueron los de menor rendimiento, debido al porte semipostrado de este cultivar y al bajo crecimiento registrado (Ariallaga y Coduri, 1997).

En verano, cuando ocurren condiciones muy estresantes, tales como altas temperaturas, déficit hídricos y/o manejos muy frecuentes e intensos pueden originarse porcentajes muy altos de mortandad de meristemas axilares en los tallos remanentes. En estas situaciones, los rebrotes se reinician principalmente a partir de la corona (Formoso, 1996), y de los nudos de los rizomas (Sheath, 1981). No obstante, los rebrotes de origen basilar al presentar un menor grado de desarrollo evolutivo, son más lentos que los de origen axilar, por lo que implican una pérdida de potencial de producción (Formoso, 1996).

Este autor sostiene que el manejo frecuente e intenso en verano no sólo lleva a bajas producciones de forraje sino que también a baja longevidad de plantas. La muerte de tallos e inclusive de plantas en este período indica que dicho sistema de manejo determina que los individuos se encuentren próximos al límite inferior de plasticidad fisiológica.

De acuerdo con las observaciones registradas por el mismo autor, cuando en primavera/verano el manejo es en forma frecuente, la disminución en la intensidad de corte, origina mayor longevidad de las plantas.

En este sentido, Carámbula (1977) sostiene que el área foliar remanente tiene mayor importancia en periodos críticos como los del verano. En esta época no sólo ocurren déficits en los niveles de humedad del suelo, sino que normalmente estos son acompañados por altas temperaturas. La respiración es el proceso dominante en la época estival (sequías y altas temperaturas). Este proceso implica gastos de energía, los cuales se harán fundamentalmente en base a las sustancias acumuladas, de ahí la importancia de la cantidad de área foliar remanente para acumular las citadas cantidades de sustancias de reservas.

Al respecto, Carámbula y Ayala (s/p) afirman que la elevada población de rizomas de *L. pedunculatus* con su amplia red de raíces conjuntamente con la relevante resistencia a insectos y enfermedades, pueden conferirle a esta especie ventajas muy importantes para sobrellevar las sequías normales del verano y le aseguran una respuesta rápida a las lluvias.

2.8.3. Pastoreo a fines de verano y otoño

Esta época es considerada como un período crítico de manejo ya que en la misma se forman los rizomas y estolones, la reserva de carbohidratos y el potencial para colonizar. El rol de los carbohidratos de reserva acumulados en los rizomas es de vital importancia ya que pueden ser utilizados no sólo como fuente de energía para el rebrote sino también durante periodos de estrés ocasionados por altas temperaturas y deficiencias hídricas (Sheath, 1980 b).

No obstante, se debe considerar que el desarrollo de los rizomas se realiza a expensas de la producción de forraje y por consiguiente ésta disminuye en la época en que estos se forman. De ahí que el manejo y la utilización de *L. pedunculatus* debe comprender un buen balance entre la producción de forraje y la producción de rizomas. Por lo tanto, se deberá ajustar un manejo de pastoreo, tratando de lograr el máximo de materia seca y a la vez proteger la aparición de rizomas, a los efectos de prolongar la vida de las plantas individuales y de la pastura (Harris et al., 1997 citado por Carámbula y Ayala, s/p).

Carámbula et al. (1994) sostienen que los pastoreos severos en otoño debilitan notablemente las plantas de *L. pedunculatus* al reducir en forma sensible las reservas necesarias para pasar el invierno y proveer un buen rebrote en primavera.

De acuerdo con Arrillaga y Coduri (1997), el efecto de la frecuencia de corte a través de la acumulación de forraje es importante en el otoño. Los máximos rendimientos de lotus Maku se registraron con cortes cada 60 días, independientemente de la intensidad de corte.

Dichos autores sostienen que el descanso en otoño (febrero a mayo) independientemente de la frecuencia y altura de corte fue positivo para la especie, pero que 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 todo el otoño.

2.8.4. Pastoreo en invierno

En invierno, debido a la baja producción de materia seca y al hábito de crecimiento de lotus Maku, la intensidad fue la principal variable determinante de los rendimientos. En esta estación los máximos rendimientos se obtuvieron con la altura de corte 2.5 cm, independientemente de la frecuencia. En contraste, los menores rendimientos se registraron con la altura de corte 7.5 cm, debido a que en esta especie los mayores crecimientos de invierno se dan en los estratos inferiores. Dicha altura de corte no permitiría a lotus Maku por su porte semipostrado, expresar su producción de forraje en las estaciones de bajo crecimiento (Arrillaga y Coduri, 1997).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Carámbula et al. (1994), donde se demostró que la eficiencia de cosecha en estratos superiores a 7.5 cm resulta baja, especialmente durante el período invernal.

Con respecto a la frecuencia de corte, Arrillaga y Coduri (1997) encontraron que la misma tuvo menor incidencia en los rendimientos, debido probablemente a que en dicho estudio las condiciones climáticas del invierno no permitieron altas tasas de crecimiento de forraje.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACION

El trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Unidad Experimental "Palo a Pique" perteneciente a la Estación Experimental del Este, ubicada en la Séptima Sección Policial del departamento de Treinta y Tres. Coordenadas geográficas: Latitud 33° Sur, Longitud 51° Oeste

3.2. CARACTERISTICAS EDAFICAS

El trabajo se desarrolló sobre un Argisol subeútrico de la Unidad Alferéz, según la clasificación de la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes. Dicho suelo se caracteriza por tener una secuencia de horizontes A – Bt – C.

El resultado del análisis de suelo se presenta en el cuadro 2.

Cuadro N°2: Análisis de suelo de la unidad Alferéz

PH en agua	Mat. Org. (%)	P Bray (ppm)	K (meq/100gr)
5.5	5	1.6	0.47

En trabajos anteriores sobre estos suelos se obtuvo producciones promedio del campo natural de 2.5 tt/ha/año MS, pero Ayala et al. (1993) en el año 92/93 y bajo condiciones climáticas favorables registraron 4.0 tt/ha/año MS. Dicha producción presenta una marcada estacionalidad como lo muestran los datos presentados en el cuadro 3.

Cuadro N°3: Producción estacional (%) y total anual (kg/ha MS) de una pastura natural de la Unidad Alferéz bajo un manejo de cortes cada 30 días (Ayala et al., 1993).

Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
16 %	6 %	28 %	50 %	3379 kg/ha MS

3.3. CLIMA

En el período durante el cual se desarrolló el experimento el clima presentó características muy particulares, que condicionaron el crecimiento y desarrollo de las pasturas. El fenómeno climático más importante fue la sequía que comenzó a gestarse en julio – agosto de 1999, y se extendió durante toda la primavera y el verano. Dicha sequía estuvo condicionada por un bajo registro de precipitaciones durante el período antes mencionado, así como por una demanda atmosférica mayor a lo esperado.

Al respecto, en la figura N°1 se puede observar que desde el mes de julio de 1999 hasta marzo del 2000, las precipitaciones fueron un 52% menores a lo esperado en un año promedio (460 mm vs 886mm). Asimismo, en la figura N°2 se observa que la demanda atmosférica en dicho período, fue 18% superior a lo esperado en un año promedio (1423 mm vs 1206 mm).

Desde el mes de abril hasta julio del 2000, ocurrió una etapa de exceso de agua donde las precipitaciones superaron en un 97% a lo esperado en un año promedio (752 mm vs 382 mm), mientras que la demanda atmosférica fue similar a lo esperado en un año “normal”.

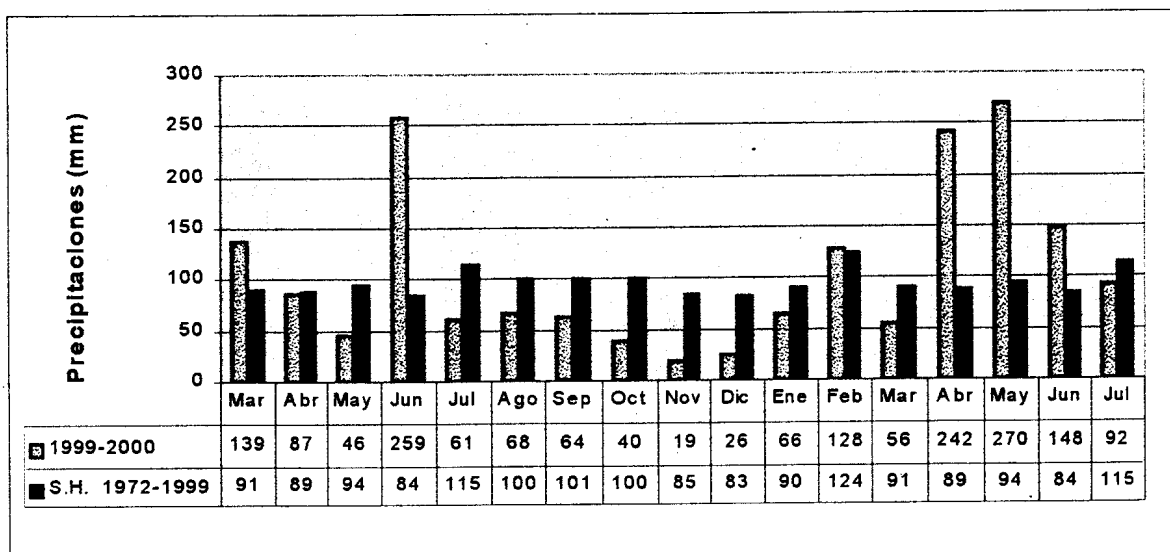


Figura N°1: Precipitaciones del periodo marzo de 1999 - julio del 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999. Unidad Experimental Palo a Pique.

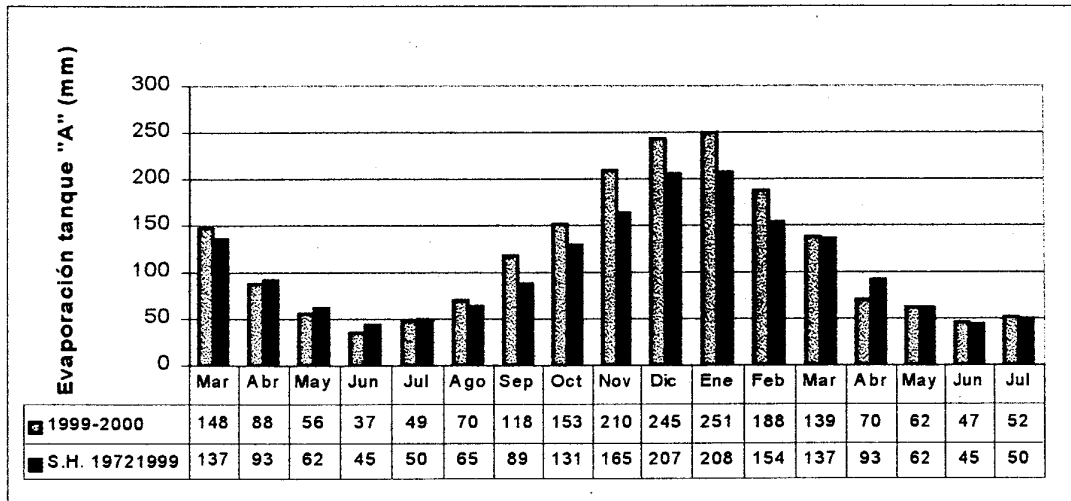


Figura N°2: Evaporación del tanque "A" del periodo marzo de 1999 - julio del 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999. Unidad Experimental Paso de la Laguna.

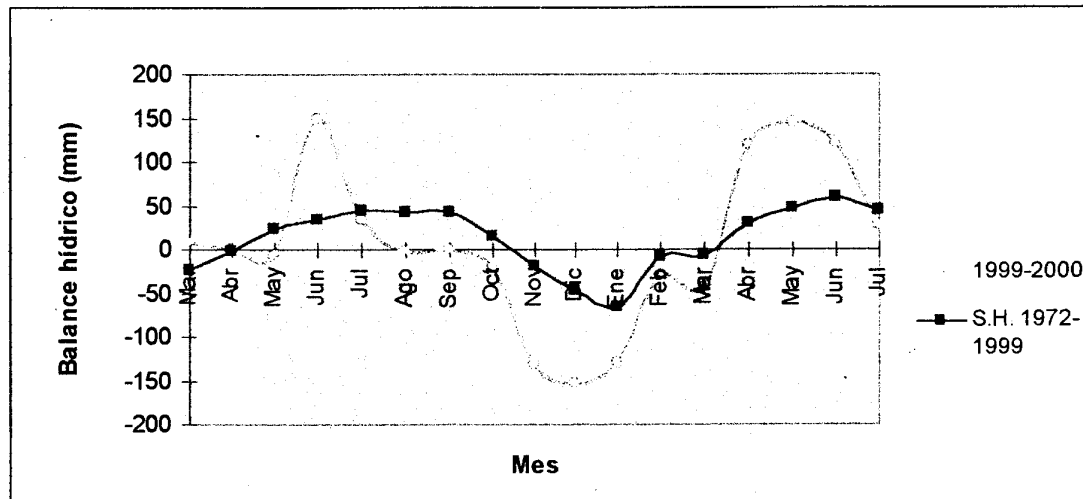


Figura N°3: Balance hídrico del suelo del periodo marzo de 1999 – julio del 2000, y de la serie histórica 1972 –1999. Unidad Experimental Palo a Pique.

En la figura N°3 se presenta el balance hídrico para la UEPP del período marzo 1999 – julio 2000 y de la serie histórica 1972 – 1999. En dicha figura se puede observar que el déficit hídrico 99/00 comenzó a gestarse antes que en un año "normal" (agosto - setiembre), alcanzó valores muy negativos en los meses estivales (alrededor de 150 mm), y se extendió mas allá de lo esperado.

En el cuadro N°4 se puede observar que el comportamiento térmico registrado desde marzo de 1999 hasta julio del 2000 fue muy similar al de la serie histórica 1972 – 1999. No obstante, se destaca el bajo número de heladas ocurridas durante este período, cuando se compara con lo esperado en un año promedio.

Cuadro N°4: Temperaturas máxima, mínima y media, y número de heladas del período marzo de 1999 – julio del 2000, y de la serie histórica 1972 – 1999.

Mes	1999 – 2000				S.H. 1972 – 1999			
	T° max.	T° mín.	T° med.	N° hel.	T° max.	T° mín.	T° med.	N° hel.
Marzo	28.3	17.1	22.7	0	27.0	14.9	20.6	0
Abril	21.4	10.8	16.1	0	23.5	11.5	17.3	0
Mayo	18.8	5.8	12.3	0	19.8	8.0	13.7	0.6
Junio	15.3	5.9	10.6	1	16.6	5.4	10.7	3.9
Julio	16.1	6.0	11.0	2	16.2	5.6	10.6	4.4
Agosto	18.6	6.3	12.5	1	17.8	6.6	11.9	2.0
Setiembre	19.9	7.7	13.8	0	19.2	7.9	13.4	1.2
Octubre	21.9	10.6	16.2	2	22.3	10.3	16.3	0.1
Noviembre	25.8	1.0	18.9	0	25.0	12.3	18.6	0
Diciembre	28.5	14.7	21.6	0	27.8	14.5	21.6	0
Enero	30.4	16.6	23.5	0	29.3	16.6	22.7	0
Febrero	28.3	16.3	22.3	0	28.2	16.6	22.0	0
Marzo	26.2	13.4	19.8	0	27.0	14.9	20.6	0
Abril	23.3	1.3	18.3	0	23.5	11.5	17.3	0
Mayo	18.5	9.8	14.1	0	19.8	8.0	13.7	0.6
Junio	17.5	8.6	13.0	0	16.6	5.4	10.7	3.9
Julio	14.2	5.6	9.9	1	16.2	5.6	10.6	4.4

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los trabajos comprenden 2 experimentos sobre el comportamiento de Lotus pedunculatus, cv Maku y LE 627.

3.4.1. Experimento 1: Lotus pedunculatus LE 627

El diseño experimental es en bloques al azar con 4 repeticiones. Las parcelas tienen una superficie de 11.2 m² (2.8 x 4).

3.4.2. Experimento 2: Lotus pedunculatus cv. Maku

El diseño del experimento 2 es en bloques al azar con 3 repeticiones. Las parcelas tienen una superficie de 12.5 m² (2.5 x 5).

3.5. TRATAMIENTOS

3.5.1. Experimento 1

El primer experimento es un factorial en el que se estudian: tres alturas de rastrojo (2.5, 5.0 y 7.5 cm) y dos frecuencias de corte (30 y 60 días), lo que totaliza 6 tratamientos.

La siembra del mejoramiento de LE 627 se realizó en cobertura al voleo en abril de 1998. La densidad de siembra fue de 5 kg/ha, la fertilización básica inicial de 60 kg/ha de P_2O_5 y las refertilizaciones anuales de 40 kg/ha de P_2O_5 .

3.5.2. Experimento 2

En el segundo experimento se comparan en un mejoramiento de Lotus Maku dos alturas de rastrojo (2.5 y 7.5 cm) y dos frecuencias de corte (30 y 60 días), lo que totaliza 4 tratamientos.

El mismo fue sembrado en mayo de 1993 en cobertura al voleo. La densidad de siembra fue de 3 kg/ha, la fertilización inicial de 60 kg/ha de P_2O_5 y las refertilizaciones anuales de 40 kg/ha de P_2O_5 .

3.6. DETERMINACIONES

3.6.1. Experimento 1

3.6.1.1. Producción de forraje

El primer corte se realizó en abril de 1999 y el último en junio de 2000. Desde diciembre de 1999 hasta junio de 2000 no se pudo realizar los cortes, ya que la sequía ocurrida durante primavera y verano afectó notablemente el Mejoramiento. En marzo de 2000 se realizó un corte de limpieza, y se dejó que el Mejoramiento acumulara forraje durante todo el otoño (cuadro N°5)

Los cortes se hicieron con una cuchilla frontal la última semana de cada mes y corresponden al crecimiento del mes anterior o de los meses anteriores, según el tratamiento.

Cuadro N°5: Momentos de corte de cada tratamiento

TRAT.	OTOÑO 99			INVIERNO 99			PRIMAVERA 99			VERANO 99-00			OTOÑO 00			
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
30-2.5	-	*	*	*	*	*	*	*	*							*
30-5.0	-	*	*	*	*	*	*	*	*							*
30-7.5	-	*	*	*	*	*	*	*	*							*
60-2.5	-		*		*		*		*							*
60-5.0	-		*		*		*		*							*
60-7.5	-		*		*		*		*							*

- * Corte para determinar la producción de forraje.
- Corte de limpieza.

Toda la materia verde del área de corte (4 m²/parcela) se llevaba al laboratorio de forrajeras, donde se pesaba. Luego se retiraban aproximadamente 200 gr. para la determinación de la materia seca de la parcela en estufa a 105° C por método estándar. Posteriormente se separaban 100 gr. de materia verde y se realizaba análisis botánico gravimétrico por separación manual, determinándose las proporciones de lotus LE 627 y de Campo natural. Por último se determinaba la materia seca de la fracción lotus LE 627 y de la fracción Campo natural en estufa a 105° C.

Se registró: Peso seco de la fracción lotus LE 627, Peso seco del Campo natural y Peso seco total de cada parcela, lo que permitió calcular:

- Rendimiento del mejoramiento (kg/ha MS)
- Rendimiento de lotus LE 627 (kg/ha MS)
- Rendimiento del campo natural (kg/ha MS)

3.6.1.2. Producción de la parte subterránea

Se hicieron dos muestreos de la parte subterránea en los tratamientos 1, 3, 4 y 6. El primero se realizó el 1/7/99, y el segundo el 5/7/00.

Para realizar el muestreo se utilizó un calador de 8 cm de diámetro (superficie 0.005 m²), muestreándose a una profundidad de 5 cm. Se tomaron 6 muestras por parcela seleccionadas por el método de McIntyre, el cual tiene como objetivo mejorar la precisión en la determinación de la media de cada parcela. Este método consiste en tirar al azar un rectángulo de hierro de 0.5 m de largo y observar en cada tirada tres puntos equidistantes (aproximadamente del área del calador) ubicados en el interior del mismo. Estos se clasifican por apreciación visual del forraje en tres estratos: alto, medio y bajo. En cada parcela se tiró el rectángulo 6 veces al azar y se extrajo una muestra de cada tirada en el siguiente orden: bajo, medio, alto, bajo, medio y alto.

De cada muestra obtenida se extrajeron y lavaron las plantas de lotus LE 627 y luego se procedió a la disección de las mismas, obteniéndose las siguientes fracciones:

- puntos de crecimiento: tallos mayores a 2 cm de longitud
- coronas
- rizomas vivos: corresponde a la suma de los rizomas nuevos y de los rizomas viejos
- rizomas nuevos: se consideró aquellos suculentos de color blanco o rosado
- rizomas viejos: se consideró aquellos leñosos, de color marrón
- rizomas muertos: se consideró los rizomas blandos y sin raíces

En las distintas fracciones obtenidas se realizaron las siguientes mediciones:

- Número de puntos de crecimiento y de coronas
- Largo de rizomas vivos, viejos y nuevos
- Peso seco de los rizomas vivos y muertos

En el muestreo realizado en el año 2000, también se registró el número de rizomas.

El peso seco de los rizomas vivos y muertos se determinó en estufa a 105° C por método estándar, y el largo de los rizomas se obtuvo por medición manual.

3.6.1.3. Población de plantas adultas y de plántulas

Este muestreo se realizó el 5/07/00 para evaluar el número de plantas adultas y de plántulas presentes en el mejoramiento. El mismo se realizó por el método de McIntyre, el cual ya fue descrito anteriormente. En cada muestra se contó el número de plantas adultas y de plántulas emergidas por reclutamiento.

3.6.2. Experimento 2

3.6.2.1. Producción de forraje

El primer corte se realizó en marzo de 1999 y el último en junio de 2000. Desde diciembre de 1999 hasta junio de 2000 no se realizaron cortes, ya que la sequía ocurrida durante primavera y verano afectó marcadamente el mejoramiento. En marzo de 2000 se realizó un corte de limpieza, y se dejó que el mejoramiento acumulara forraje durante el otoño (cuadro N°6).

Los cortes se hicieron siguiendo la metodología utilizada en el experimento 1, la cual fue descrita anteriormente.

Cuadro N°6: Momentos de corte de cada tratamiento

TRAT.	OTOÑO 99			INVIERNO 99			PRIMAVERA 99			VERANO 99-00			OTOÑO 00			
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
30-2.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*							*
30-7.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*							*
60-2.5	*		*		*		*		*							*
60-7.5	*		*		*		*		*							*

* Corte para determinar la producción de forraje.

- Corte de limpieza.

3.6.2.2. Producción de la parte subterránea

Se realizaron dos muestreos de la parte subterránea. El primero fue el 8/8/99 y el segundo el 26/7/00. Se utilizó la misma metodología que en el experimento 1, la cual fue descrita anteriormente.

3.6.2.3. Población de plantas adultas y de plántulas

El censo de población en las plantas adultas así como de las plántulas emergidas por reclutamiento se realizó el 26/7/00 utilizando la misma metodología que en el experimento 1, la cual ya fue descrita anteriormente.

3.7. ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó análisis estadístico de las mediciones realizadas para determinar la población de plantas y de plántulas, la producción de forraje y la producción de la parte subterránea. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SAS, versión 6.02. El método utilizado para la separación de medias de los tratamientos fue el de Tukey con un grado de significancia del 5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS PEDUNCULATUS LE 627

4.1.1. Producción acumulada de forraje correspondiente a 8 meses de crecimiento (abril - noviembre 1999)

4.1.1.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha)

En el cuadro N°7 se puede observar que la frecuencia de corte presentó efectos significativos únicamente en la producción total de materia seca de LE 627. En dicho componente el mayor rendimiento se registró con la frecuencia de corte cada 60 días y se diferenció estadísticamente del rendimiento registrado con la frecuencia de corte cada 30 días.

Asimismo, se observó la misma tendencia en la contribución en porcentaje de LE 627 al Mejoramiento, la cual fue significativa al 6.8%.

Tanto en el Mejoramiento como en el componente Campo natural no se observaron diferencias significativas en la producción total de materia seca debido a la frecuencia de corte.

Cuadro N°7: Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como el porcentaje de LE 627 en el Mejoramiento.

Frecuencia	Mejoramiento (kg/ha MS)	LE 627 (kg/ha MS)	Campo natural (kg/ha MS)	% LE 627
60 días	1063	539 a	525	53
30 días	992	304 b	692	45
Significación	n.s.*	0.002	n.s.*	n.s.*
M.D.S.**	-	138	-	-
Media	1028	421	608	49
C.V.***	28	38	47	21

* No significativo

** Mínima diferencia significativa

*** Coeficiente de variación

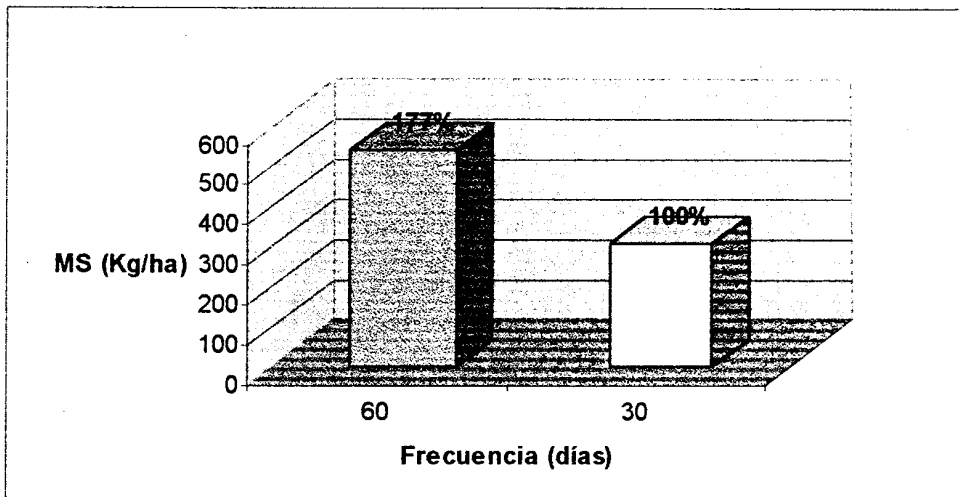


Figura N°4: Rendimiento total de materia seca de LE 627 según frecuencia de corte.

Al respecto, en la figura N°4 se puede observar que la línea LE 627 con la frecuencia de corte cada 60 días presentó un rendimiento 77 % superior al registrado con la frecuencia de corte cada 30 días (539 vs 304 kg/ha MS).

De acuerdo con estos registros y con observaciones realizadas por otros autores, la frecuencia de corte cada 60 días sería la más adecuada para esta línea, ya que se adapta a las características morfofisiológicas de la especie.

4.1.1.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha)

La intensidad de corte afectó significativamente tanto el rendimiento total de materia seca del Mejoramiento como el de sus componentes (cuadro N°8).

Cuando se considera el Mejoramiento (LE 627 + Campo natural), el máximo rendimiento de materia seca se registró en los tratamientos cortados a 2.5 cm y el mínimo en los cortados a 7.5 cm, mientras que con cortes a 5.0 cm se registraron rendimientos intermedios.

Cuando se considera solamente el componente LE 627, los máximos rendimientos de materia seca se obtuvieron en los tratamientos con cortes a 2.5 y 5.0 cm, diferenciándose estadísticamente de éstos los tratamientos cortados a 7.5 cm, los cuales mostraron los menores rendimientos.

En el caso del componente Campo natural los tratamientos cortados a 2.5 cm fueron significativamente superiores a los cortados a 5.0 y 7.5 cm, los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí.

En general, para ambos componentes se observó que el rendimiento de materia seca total tiende a decrecer al aumentar la altura de corte.

Si bien el porcentaje de LE 627 en el Mejoramiento no mostró diferencias significativas debido a la intensidad de corte, de todas maneras se observó una tendencia a disminuir el porcentaje de LE 627 al aumentar la altura de corte.

Cuadro N°8: Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como del porcentaje de LE 627 en el Mejoramiento.

Intensidad	Mejoramiento (kg/ha MS)	LE 627 (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)	% LE 627
2.5 cm	1463 a	588 a	879 a	53
5.0 cm	1031 b	456 a	575 b	48
7.5 cm	590 c	219 b	371 b	45
Significación	0.0001	0.0011	0.0097	n.s.
M.D.S.	309	168	305	-
Media	1028	421	608	49
C.V.	28	38	47	21

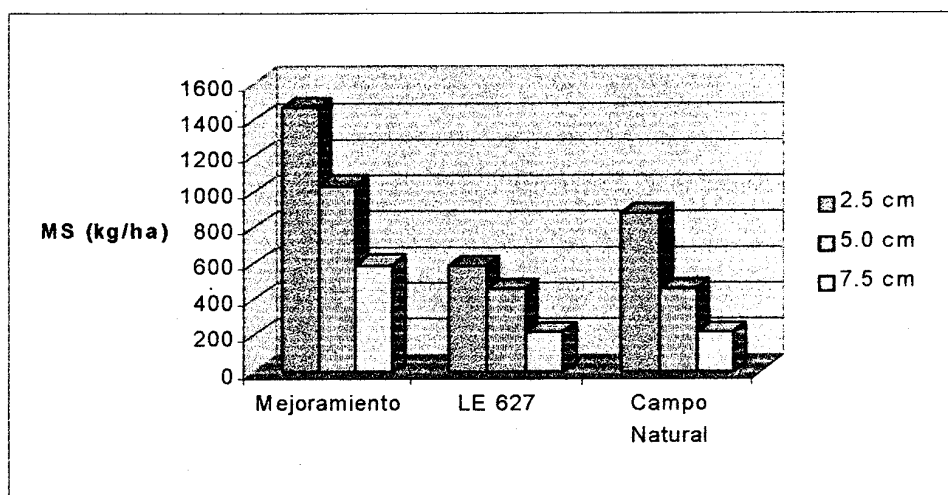


Figura N°5: Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento, de LE 627 y del Campo natural según la intensidad de corte.

Con respecto a la producción total de materia seca del Mejoramiento, se observa que los cortes más altos (5.0 y 7.5 cm) dejaron mucha materia seca en el rastrojo, lo cual implica pérdida de forraje potencialmente cosechable y por lo tanto menores rendimientos (figura N°5).

Cuando se considera la producción total de materia seca de LE 627, se puede apreciar que con cortes a 2.5 y 5.0 cm la materia seca cosechada fue

significativamente mayor que la obtenida con cortes a 7.5 cm (588 y 456 vs 219 kg/ha MS), lo cual estaría indicando que la materia seca de LE 627 se encuentra concentrada en los primeros 5 cm de altura.

El componente Campo natural por su parte, mostró los mayores rendimientos con cortes a 2.5 cm (879 kg/ha MS), siendo significativamente menores los rendimientos obtenidos con cortes a 5.0 y 7.5 cm (575 y 371 kg/ha MS), lo cual indica que la materia seca de dicho componente durante el período estudiado se encuentra en mayor proporción hasta 2.5 cm de altura.

4.1.1.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha)

En el cuadro N°9 se puede observar que existió interacción significativa entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción total de materia seca de LE 627. En los otros parámetros estudiados no se detectó interacción significativa entre las variables.

Cuadro N°9: Producción total de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, y porcentaje de LE 627, según cada tratamiento.

Tratamiento	Mejoramiento (kg/ha MS)	LE 627 (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)	% LE 627
30 – 2.5	1384	359 c	1035	42
30 – 5.0	951	340 c	611	48
30 – 7.5	642	212 c	431	44
60 – 2.5	1541	818 a	724	55
60 – 5.0	1110	571 b	539	58
60 – 7.5	538	227 c	311	46
Significación interacción	n.s.	0.042	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	168	-	-
Media	1028	421	608	49
C:V.	28	38	47	21

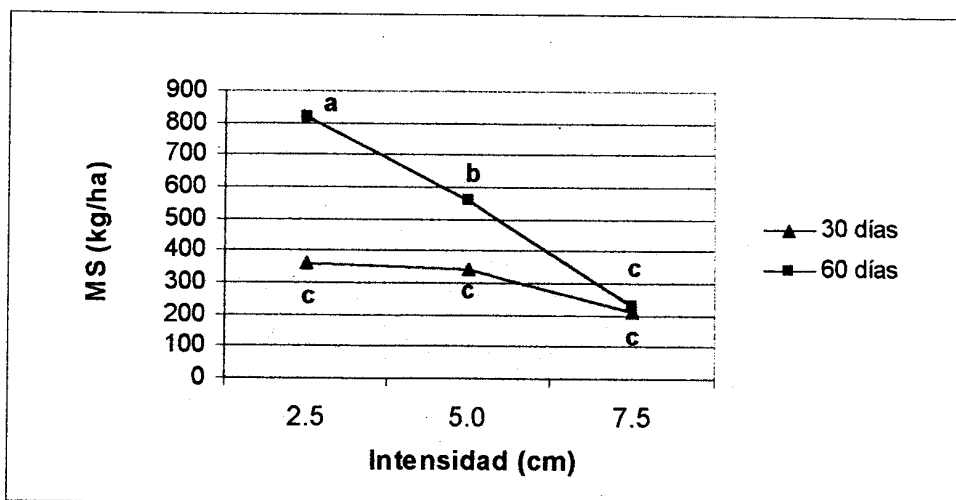


Figura N°6: Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción total de materia seca de LE 627.

En la figura N°6 se presenta la interacción entre intensidad y frecuencia de corte sobre el rendimiento total de materia seca de LE 627. En dicha figura se puede observar que cuando los cortes se realizaron cada 60 días el rendimiento de materia seca de LE 627 decreció al aumentar la altura de corte.

En este sentido, el mayor rendimiento de materia seca (818 kg/ha) se obtuvo con la combinación de la frecuencia de corte cada 60 días y la intensidad de corte a 2.5 cm, y fue significativamente superior al rendimiento obtenido con la frecuencia de corte cada 60 días y dejando rastrojos de 5.0 cm (571 kg/ha). Finalmente, la producción registrada en los tratamientos cortados cada 60 días a 7.5 cm de altura (359 kg/ha) fue estadísticamente inferior.

En cambio, cuando los cortes se realizaron cada 30 días no se observaron diferencias significativas en el rendimiento total de materia seca de LE 627 entre las diferentes alturas de corte aplicadas.

Este comportamiento, podría deberse a que, en los tratamientos que son cortados cada 30 días, el tiempo de crecimiento entre los cortes es reducido y las plantas de LE 627 estarían siempre en período de rebrote, el cual en esta especie es particularmente lento. Por lo tanto, independientemente de la altura de corte, no se alcanzarían altas producciones de forraje.

Al respecto, Sheath (1980 b) menciona que los cortes muy frecuentes limitarían la expresión de las mayores tasas potenciales de crecimiento de *L. pedunculatus*, lo cual desfavoreció las altas producciones de forraje.

4.1.2. Producción acumulada de forraje correspondiente al crecimiento de otoño (marzo – junio 2000)

4.1.2.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha)

La frecuencia de corte no tuvo efectos significativos en ninguno de los parámetros estudiados (cuadro N°10).

El rendimiento otoñal de materia seca de LE 627, si bien no presentó diferencias significativas debido a la frecuencia, si mostró una tendencia a mayores rendimientos con la frecuencia de corte cada 60 días, la cual fue significativa al 8%.

En cambio, el porcentaje de LE 627 en el Mejoramiento se comportó indiferente frente a dicha variable.

Por otra parte, se debe destacar que tanto la producción otoñal de materia seca de LE 627, como su contribución en porcentaje presentaron valores muy bajos. Estos resultados no solo evidencian una lenta recuperación de LE 627 luego de ocurrida una sequía intensa y prolongada sino que también muestran un marcado cambio en la composición botánica del Mejoramiento a favor de la pastura natural. Ello se debe, a que el déficit hídrico afectó en mayor grado a LE 627 que a la vegetación natural.

Por último, cuando se analizó el rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento y del Campo natural, tampoco se observaron diferencias significativas entre las frecuencias de corte cada 30 y cada 60 días.

Cuadro N°10: Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como del porcentaje de LE 627 del Mejoramiento.

Frecuencia	Mejoramiento (kg/ha MS)	LE 627 (kg/ha MS)	Campo natural (kg/ha MS)	% LE 627
60 días	422	15	407	1.2
30 días	471	6	465	1.3
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-
Media	446	10	436	1.3
C.V.	39	116	40	77

4.1.2.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha)

Los datos expuestos en el cuadro N°11 muestran que la intensidad de corte no tuvo efectos significativos sobre ninguno de los parámetros estudiados.

Cuadro N°11: Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural, así como del porcentaje de LE 627 del Mejoramiento.

Intensidad	Mejoramiento (kg/ha MS)	LE 627 (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)	% LE 627
2.5 cm	503	13	490	1.2
5.0 cm	458	4	453	1.2
7.5 cm	378	13	365	1.4
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-
Media	446	10	436	1.4
C.V.	39	116	40	77

La ausencia de efectos significativos por parte de la intensidad de corte sobre el rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento y de sus componentes, podría estar explicado por varios motivos. En este sentido, se debe considerar que el experimento fue severamente afectado por la sequía ocurrida en la primavera y verano precedentes, razón por la cual se debió suspender los cortes desde fines de noviembre de 1999 hasta marzo del 2000. Por lo tanto, en el experimento no se realizaron los cortes correspondientes a cada tratamiento por 4 meses, hecho que sumado al bajo crecimiento registrado durante el otoño, determinó probablemente la ausencia de diferencias entre los tratamientos aplicados.

Por otra parte, también se observó una gran variabilidad en el rendimiento de materia seca de todos los componentes del Mejoramiento, y especialmente en el componente LE 627, lo cual se reflejó en los altos coeficientes de variación encontrados.

4.1.2.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha)

Los datos presentados en el cuadro N°12 muestran que no existió interacción significativa entre frecuencia e intensidad de corte en ninguno de los parámetros estudiados.

Cuadro N°12: Producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes LE 627 y Campo natural y porcentaje de LE 627 según cada tratamiento.

Tratamiento	Mejoramiento (kg/ha MS)	LE 627 (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)	% LE 627
30 – 2.5	528	6	522	1.3
30 – 5.0	466	3	463	0.6
30 – 7.5	419	9	410	2.1
60 – 2.5	479	21	458	1.2
60 – 5.0	449	5	444	1.8
60 – 7.5	337	16	320	0.8
Significación Interacción	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-
Media	446	10	436	1.4
C.V.	39	116	40	77

4.1.3. Producción de la parte subterránea

4.1.3.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la parte subterránea

4.1.3.1.1. Resultados del año 1999

Como se puede apreciar en el cuadro N°13, el único parámetro que presentó diferencias significativas debido a la frecuencia de corte fue el peso de los rizomas muertos, el cual mostró los mayores valores con cortes cada 60 días.

Cuadro N°13: Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Frecuencia	PC/m ²	C/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
60 días	1967	204	42.4	39.5	2.9	29.9	3.7 a
30 días	1867	163	42.0	38.0	3.9	30.7	1.8 b
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.04
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	1.8
Media	1917	183	42	39.8	3.4	30.3	2.7
C.V.	39	43	46	48	61	52	59

PC – puntos de crecimiento C – coronas LRV – largo de rizomas vivos LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

4.1.3.1.2. Resultados del año 2000

En el cuadro N°14 se puede observar que en el año 2000, la frecuencia de corte tuvo efectos significativos únicamente en el largo de los rizomas viejos

Dichos órganos presentaron el máximo valor con cortes cada 30 días (3.5 m/m²), diferenciándose estadísticamente de la frecuencia cada 60 días (1.3 m/m²).

En los otros parámetros estudiados no se registraron efectos significativos debido a la frecuencia de corte, aunque surgieron algunas tendencias.

Cuando se analiza el número de coronas por m² se observa que en los tratamientos cortados cada 60 días el número de coronas fue 158% mayor al registrado en los tratamientos con cortes cada 30 días. Esta tendencia fue significativa al 7%.

Con referencia a los rizomas vivos, se observa que en los tratamientos cortados cada 30 días el peso de dichos rizomas fue 107% superior al registrado en los tratamientos con cortes cada 60 días, siendo esta tendencia significativa al 6%.

Por otra parte, cuando se comparan los resultados obtenidos en el año 1999 y los del año 2000 (presentados en los cuadros N°13 y N°14 respectivamente), se puede observar que con excepción del largo de los rizomas viejos y del peso de los rizomas muertos, los valores de todos los parámetros sufrieron una gran reducción en el año 2000, lo cual indica que en 1999 se registró un buen crecimiento de la parte subterránea y que en el 2000 la intensa sequía registrada en primavera – verano afectó sensiblemente el crecimiento de los órganos subterráneos de la especie.

Cuadro N°14: : Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Frecuencia	PC/m ²	C/m ²	R/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVjo (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
60 días	738	75	147	5.3	4.0	1.3 b	5.3	10.7
30 días	558	29	119	6.9	3.4	3.5 a	11.0	7.3
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.01	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	1.6	-	-
Media	648	52	133	6.1	3.7	2.4	8.2	2.4
C.V.	68	85	32	64	82	57	68	57

PC – puntos de crecimiento C – coronas. R – rizomas LRV – largo de rizomas vivos
 LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de
 rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

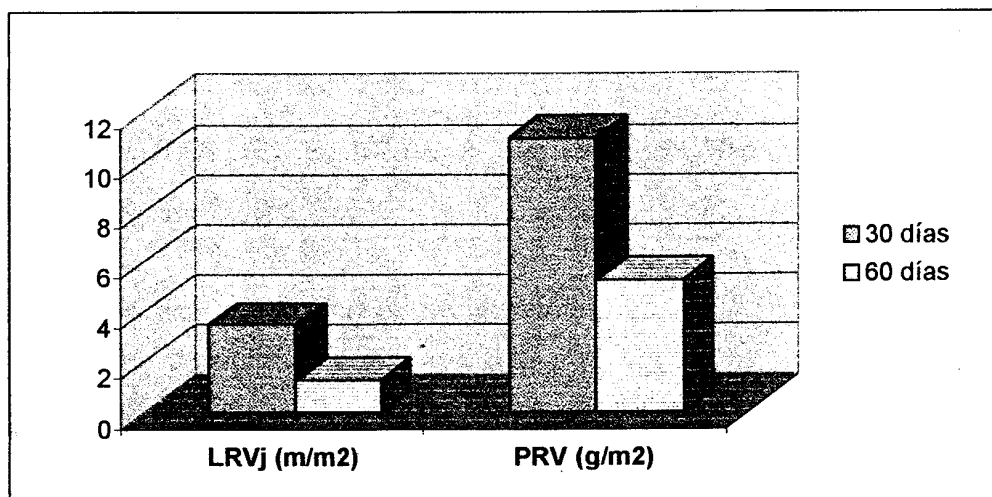


Figura N°7: Efecto de la frecuencia de corte sobre el largo de los rizomas viejos y el peso de los rizomas vivos.

En la figura N°7, se puede observar que el largo de los rizomas viejos y el peso de los rizomas vivos mostraron el mismo comportamiento, ya que presentaron los mayores valores con la frecuencia de corte cada 30 días y los menores con la

frecuencia cada 60 días. En consecuencia se puede inferir que el peso de los rizomas vivos estuvo determinado por el largo de los rizomas viejos, ya que el largo de los rizomas nuevos no mostró diferencias frente a la variable frecuencia de corte.

Estos resultados no concuerdan con los registrados por Harris y Blumenthal (1995), donde el peso y el largo de los rizomas de *L. pedunculatus* se incrementó con los mayores intervalos de corte.

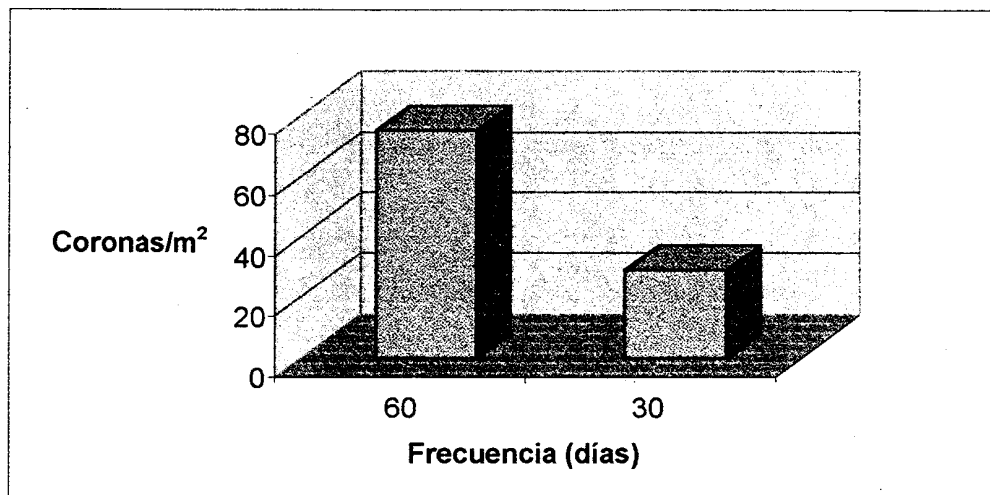


Figura N°8: Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de coronas.

En la figura N°8 se puede apreciar, que la frecuencia de corte cada 60 días favoreció la persistencia de las coronas, superando a la frecuencia cada 30 días en un 158% (75 vs 29 coronas/m²), lo cual se reflejó en una mayor producción de forraje otoñal con la frecuencia cada 60 días.

Estas observaciones concuerdan con las registradas por Sheath (1980 b), quien sostiene que durante períodos de estrés tales como sequías estivales, la corona juega un papel importante en la producción de forraje, ya que ésta es un órgano más permanente que los rizomas y estolones.

4.1.3.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la parte subterránea

4.1.3.2.1. Resultados del año 1999

Los datos expuestos en el cuadro N°15 muestran que no existieron diferencias significativas debido a la intensidad de corte en ninguno de los parámetros estudiados.

Cuadro N°15: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Intensidad	PC/m ²	C/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
2.5 cm	1962	192	46	42	3.2	27	2
7.5 cm	1870	175	38	35	3.6	33	3
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-
Media	1917	183	42	39	3.4	30	2.7
C.V.	39	43	46	48	61	52	59

PC – puntos de crecimiento C – coronas LRV – largo de rizomas vivos LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

4.1.3.2.2. Resultados del año 2000

En el año 2000, la intensidad de corte afectó significativamente el largo de los rizomas viejos y el peso de los rizomas muertos. Ambos parámetros presentaron los mayores valores con la intensidad de corte a 7.5 cm, y se diferenciaron estadísticamente de la intensidad de corte a 2.5 cm (cuadro N°16).

El peso de los rizomas vivos mostró la misma tendencia, la cual fue significativa al 10%.

Con referencia al número de rizomas, se encontraron mayores valores en los tratamientos con cortes a 7.5 cm, aunque éstos no se diferencian estadísticamente de los cortados a 2.5 cm de altura.

Por otra parte, se pudo observar que el número de coronas no respondió en forma importante a la variable intensidad de corte.

Cuadro N°16: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de los rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Intensidad	PC/m ²	C/m ²	R/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
2.5 cm	554	46	108	5	3	1.5 b	6	5.5 b
7.5 cm	742	58	146	7	4	3.3 a	11	12.4 a
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.03	n.s.	0.05
M.D.S.	-	-	-	-	-	1.6	-	6.9
Media	648	52	127	6.1	3.7	2.4	8.2	2.4
C.V.	68	85	32	64	82	57	68	57

PC – puntos de crecimiento C – coronas R - rizomas LRV – largo de rizomas vivos
 LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de
 rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

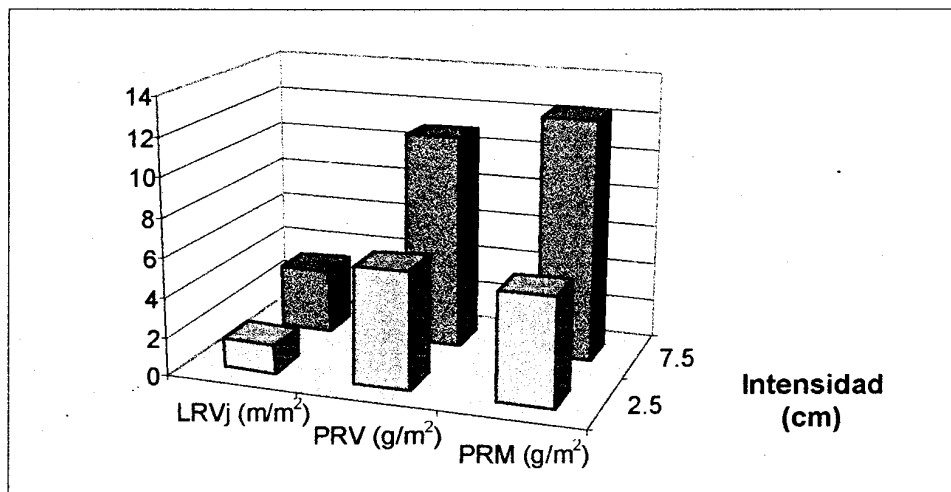


Figura N°9: Efecto de la intensidad de corte sobre el largo de los rizomas viejos, el peso de los rizomas vivos y el peso de los rizomas muertos.

En la figura N°9 se observa que tanto el largo de los rizomas viejos como el peso de los rizomas vivos y muertos fueron significativamente superiores con la altura de corte a 7.5 cm.

Estos resultados son coincidentes con los encontrados por Harris y Blumenthal (1995), donde el número, peso y largo de los rizomas de *L. pedunculatus* se incrementó con mayores alturas de corte.

4.1.3.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la parte subterránea

4.1.3.3.1. Resultados del año 1999

En el cuadro N°17 se puede observar que, no existió interacción significativa entre frecuencia e intensidad de corte sobre ninguno de los parámetros estudiados

Cuadro N°17: Número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.

Tratamiento	PC/m ²	C/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
30-2.5	1858	150	35	31	3	24	1
30-7.5	1875	175	49	45	5	38	2
60-2.5	2067	234	42	39	3	31	3
60-7.5	1867	175	43	40	3	29	4
Significación interacción	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-
Media	1917	183	42	38.8	3.4	30.3	2.7
C.V.	39	43	46	48	61	52	59

PC – puntos de crecimiento C – coronas LRV – largo de rizomas vivos LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos
PRM – peso de rizomas muertos

4.1.3.3.2. Resultados del año 2000

Los resultados presentados en el cuadro N°18 muestran que en el año 2000 tampoco hubo interacción significativa entre las dos variables estudiadas.

Cuadro N°18: Número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.

Tratamiento	PC/m ²	C/m ²	R/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
30-2.5	500	8	67	5	3	2	8	3
30-7.5	617	50	158	9	4	5	14	11
60-2.5	608	83	150	5	4	1	4	8
60-7.5	867	66	133	6	4	2	7	14
Significación interacción	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	648	52	127	6.1	3.7	2.4	8.2	2.4
C.V.	68	85	32	64	82	57	68	57

PC – puntos de crecimiento C – coronas R – rizomas LRV – largo de rizomas vivos
 LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de
 rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

4.1.4. Población de individuos (plantas adultas y plántulas) en el año 2000

4.1.4.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas

En el cuadro N°19 se puede observar que la frecuencia de corte tuvo efectos significativos en el número de plantas adultas y de plántulas de LE 627.

Con respecto al número de plantas, el máximo valor (128 plantas/m²) se registró en la frecuencia con cortes cada 60 días, siendo éste valor significativamente superior al registrado en la frecuencia con cortes cada 30 días (75 plantas/m²).

En cambio, el número de plántulas presentó mejor comportamiento frente a la frecuencia 30 días (183 plántulas/m²), diferenciándose significativamente de los tratamientos cortados cada 60 días (58 plántulas/m²).

Cuadro N°19: Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas de LE 627.

Frecuencia	Plantas/m ²	Plántulas/m ²
60 días	128 a	58 b
30 días	75 b	183 a
Significación	0.01	0.05
M.D.S.	23	76
Media	102	121
C.V.	26	57

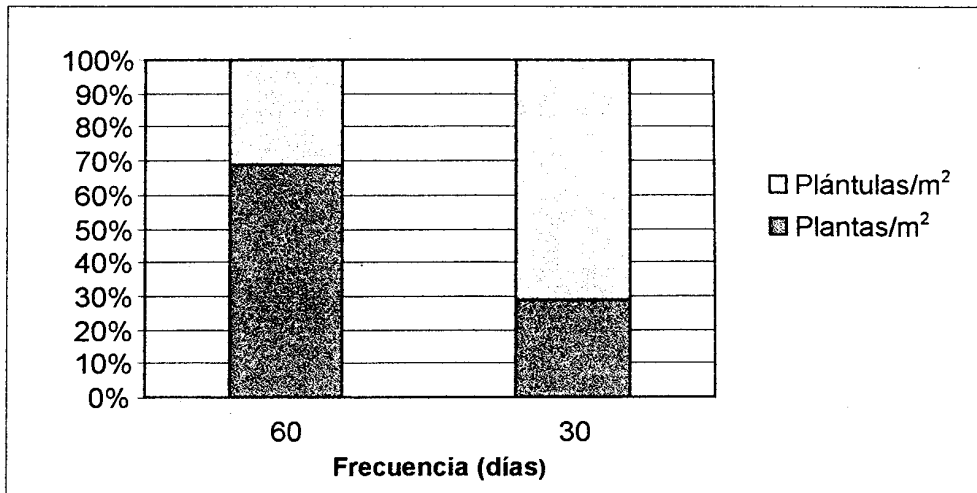


Figura N°10: Efecto de la frecuencia de corte sobre el porcentaje de plantas adultas y de plántulas de LE 627.

El número de plantas de LE 627 alcanzó valores significativamente mayores con la frecuencia de corte cada 60 días, superando en 70% al número de plantas registrado en los tratamientos cortados cada 30 días (figura N°10).

Estos resultados, posiblemente se expliquen por la mayor adaptación de esta línea a la frecuencia de corte cada 60 días, la cual se ajusta a las características morfofisiológicas de esta especie. La especie *L. pedunculatus* se caracteriza por un lento período de rebrote, ya que el pastoreo retira los meristemos apicales y las partes en más activo crecimiento, debiéndose reiniciar el mismo en gran proporción, a partir de las yemas axilares y de los meristemos basilares ubicados en la corona y rizomas, utilizando para ello las reservas disponibles. La frecuencia de corte cada 60 días aumenta la longevidad de las plantas, porque permite que las mismas recuperen las reservas gastadas en el rebrote. La frecuencia de corte cada 30 días, estaría sobrepasando los límites de adaptación morfofisiológica de esta especie, debido a que las plantas están constantemente en período de rebrote y por lo tanto gastando reservas.

Por otra parte, también se observa que el número de plantas por m² es relativamente bajo, como consecuencia de la sequía ocurrida en primavera – verano 99/00 que afectó notablemente el experimento.

En cuanto al número de plántulas se observó un comportamiento diferente al de las plantas adultas, los tratamientos cortados cada 30 días alcanzaron un stand 215% superior al registrado en los tratamientos cortados cada 60 días.

4.1.4.2. Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas

En el cuadro N°20 se observa que la intensidad de corte no tuvo efectos significativos sobre el número de plantas y de plántulas de LE 627.

Cuadro N°20: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas de LE 627.

Intensidad	Plantas/m ²	Plántulas/m ²
2.5 cm	83	142
5.0 cm	104	100
7.5 cm	117	121
Significación	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-
Media	10	10
C.V.	26	57

4.1.4.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la población de individuos

Los datos presentados en el cuadro N°21 indican que no hubo interacción significativa entre las variables estudiadas.

Cuadro N°21: Número de plantas adultas y de plántulas de LE 627 según cada tratamiento.

Tratamiento	Plantas/m ²	Plántulas/m ²
30 – 2.5	50	208
30 – 5.0	67	133
30 – 7.5	108	208
60 – 2.5	117	75
60 – 5.0	142	67
60 – 7.5	125	33
Significación interacción	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-
Media	10	10
C.V.	26	57

4.2. EXPERIMENTO 2: LOTUS PEDUNCULATUS CV MAKU

4.2.1. Producción acumulada de forraje correspondiente a 9 meses de crecimiento (marzo – noviembre 1999)

4.2.1.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha)

La frecuencia de corte afectó significativamente el rendimiento total de materia seca del Mejoramiento y de sus componentes (cuadro N°22).

Con respecto al Mejoramiento (lotus cv. Maku + Campo natural), se observa que el rendimiento de materia seca registrado con la frecuencia de corte cada 60 días fue significativamente mayor al registrado con la frecuencia cada 30 días.

Cuando se considera la producción de materia seca de lotus cv. Maku, se puede apreciar que presentó una gran respuesta a la variable frecuencia de defoliación, registrando un rendimiento significativamente superior con la frecuencia cada 60 días.

Analizando el rendimiento del Campo natural, se observa el mismo comportamiento, la frecuencia de corte cada 60 días mostró el mayor rendimiento de materia seca, y se diferenció estadísticamente de la frecuencia cada 30 días.

Cuadro N°22: Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento y de los componentes lotus cv. Maku y Campo natural.

Frecuencia	Mejoramiento (kg/ha MS)	Maku (kg/ha MS)	Campo natural (kg/ha MS)
60 días	2416 a	651 a	1766 a
30 días	1203 b	261 b	942 b
Significación	0.0001	0.0001	0.0004
M.D.S.	340	88	278
Media	1809	456	1354
C.V.	13	14	15

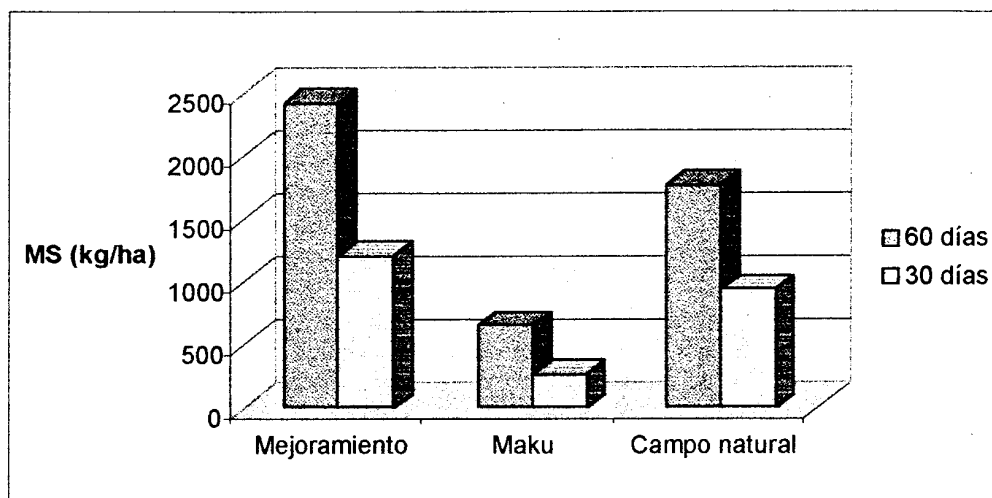


Figura N°11: Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento, de lotus cv. Maku y del Campo natural según frecuencia de corte.

Al respecto, en la figura N°11 se puede observar que tanto el Mejoramiento como los componentes lotus cv. Maku y Campo natural presentaron mayores rendimientos de materia seca con la frecuencia de corte cada 60 días.

El Mejoramiento mostró un rendimiento de materia seca de 2416 kg/ha con la frecuencia de corte cada 60 días, siendo este rendimiento 101% superior al registrado con la frecuencia cada 30 días (1203 kg/ha).

El componente lotus cv. Maku, como se mencionó anteriormente, presentó la mayor respuesta a la variable frecuencia de defoliación, mostrando una producción de materia seca de 651 kg/ha con la frecuencia de corte cada 60 días, 149% superior a la obtenida con la frecuencia cada 30 días (261 kg/ha).

Por su parte, el Campo natural registró un rendimiento de materia seca de 1766 kg/ha con la frecuencia cada 60 días, rendimiento que superó al registrado con la frecuencia cada 30 días (942 kg/ha) en un 88%.

Es importante destacar, que se trata de un Mejoramiento de siete años, que ha estado bajo tratamiento durante cinco años, por lo cual a partir de estos registros no sólo se destaca la excelente persistencia de *L. pedunculatus* cv. Maku, sino también los tratamientos que la favorecen. En este sentido, se puede afirmar que la frecuencia de corte cada 60 días favorece la producción de forraje y la persistencia de este cultivar.

Estas observaciones son coincidentes con las registradas por Arrillaga y Coduri (1997), quienes en su estudio concluyeron que la frecuencia de corte cada 60 días fue la más adecuada para *L. pedunculatus* cv. Maku. Los tratamientos cortados cada 60 días presentaron un alto rendimiento de materia seca y permitieron un adecuado número de cortes (pastoreos), ya que con dicha frecuencia no fueron necesarios los descansos estacionales de primavera y otoño, para permitir que se cumplieran los procesos de floración y de formación de rizomas respectivamente.

4.2.1.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha)

En el cuadro N°23 se observa que la intensidad de corte tuvo efectos significativos en el rendimiento total de materia seca del Mejoramiento y de lotus cv. Maku.

Tanto el Mejoramiento como el componente lotus cv. Maku presentaron un rendimiento significativamente superior con la intensidad de corte a 2.5 cm, diferenciándose estadísticamente de la intensidad a 7.5 cm.

El componente Campo natural en cambio, no mostró diferencias significativas debido a la intensidad corte.

Cuadro N°23: Efecto de la intensidad de corte sobre la producción total de materia seca del Mejoramiento, de lotus cv. Maku, y del Campo natural.

Intensidad	Mejoramiento (kg/ha MS)	Maku (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)
2.5 cm	1992 a	621 a	1375
7.5 cm	1627 b	290 b	1337
Significación	0.04	0.0001	n.s.
M.D.S.	340	88	-
Media	1809	456	1354
C.V.	13	14	15

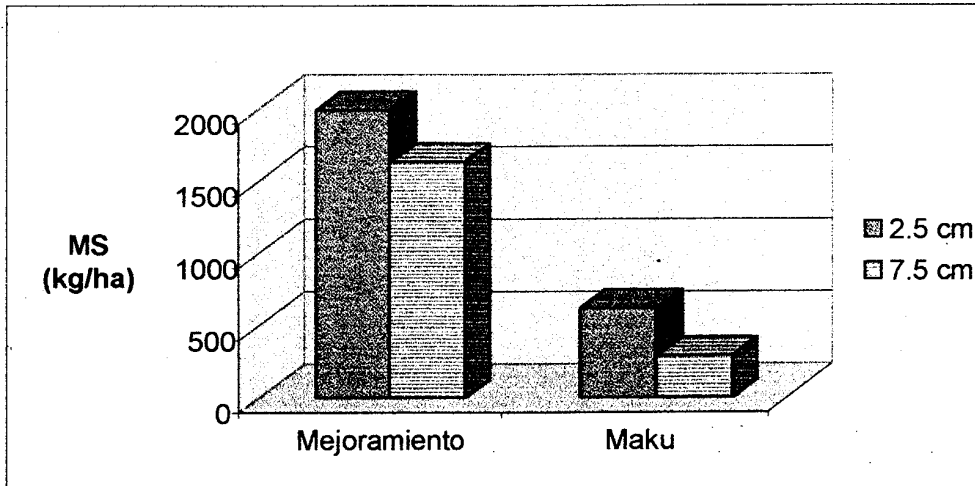


Figura N°12: Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento y de lotus cv. Maku según intensidad de corte:

En este sentido, en la figura N°12 se puede observar que el componente lotus cv. Maku mostró la mayor respuesta a la intensidad de corte, presentando grandes diferencias en el rendimiento de materia seca debido a dicha variable. Con cortes a 2.5 cm el rendimiento total de materia seca fue de 621 kg/ha, 114% superior al obtenido con cortes a 7.5 cm (290 kg/ha), lo cual estaría indicando que en este cultivar la materia seca se encuentra mayormente concentrada en los primeros 2.5 cm de altura.

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Arrillaga y Coduri (1997), y confirman que lotus cv. Maku, debido a su hábito de crecimiento prostrado, debe ser manejado con intensidades altas (2.5 cm) si se quiere hacer una eficiente utilización del forraje disponible.

Cuando se considera el Mejoramiento, se observa que las diferencias en el rendimiento de materia seca debido a la intensidad de corte se explican por el comportamiento del lotus cv. Maku, ya que el Campo natural no presentó diferencias importantes causadas por dicha variable.

4.2.1.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la producción total de materia seca (kg/ha)

Los datos presentados en el cuadro N°24 muestran que no existió interacción significativa entre frecuencia e intensidad de corte en ninguno de los parámetros estudiados.

Cuadro N°24: Producción total de materia seca del Mejoramiento y de los componentes lotus cv. Maku y Campo natural según cada tratamiento.

Tratamientos	Mejoramiento (kg/ha MS)	Maku (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)
30 – 2.5	1279	403	876
30 – 7.5	1126	119	1008
60 – 2.5	2705	839	1865
60 – 7.5	2127	462	1665
Significación	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-
Media	1809	456	1354
C.V.	13	14	15

4.2.2. Producción acumulada de forraje correspondiente al crecimiento de otoño (marzo – junio 2000)

4.2.2.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha)

En el cuadro N°25 se puede apreciar que la frecuencia de corte tuvo efectos significativos en la producción de forraje del Mejoramiento y del Campo natural. Ambos parámetros presentaron un rendimiento de materia seca significativamente superior con la frecuencia de corte cada 60 días con relación al rendimiento registrado con la frecuencia cada 30 días.

No obstante, tanto el rendimiento de materia seca de lotus cv. Maku, como su contribución en porcentaje al Mejoramiento no mostraron diferencias significativas debido a la frecuencia de corte.

Además, con respecto a cv. Maku se debe destacar que la producción de forraje registrada en el otoño del 2000 fue muy baja (38 kg/ha MS en promedio), lo cual fue producto de la intensa sequía ocurrida durante primavera y verano.

Asimismo, el porcentaje de lotus cv. Maku registró un valor muy bajo en el otoño del 2000 (1.8% en promedio), lo cual muestra un importante cambio en la composición botánica del Mejoramiento a favor del Campo natural.

Cuadro N°25: Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes lotus cv. Maku y Campo natural, así como el porcentaje de lotus cv. Maku en el Mejoramiento.

Frecuencia	Mejoramiento (kg/ha MS)	Maku (kg/ha MS)	Campo natural (kg/ha MS)	% Maku
60 días	1018 a	45	972 a	1.8
30 días	802 b	30	772 b	1.7
Significación	0.05	n.s.	0.05	n.s.
M.D.S.	214	-	198	-
Media	910	38	872	1.8
C.V.	17	82	16	41

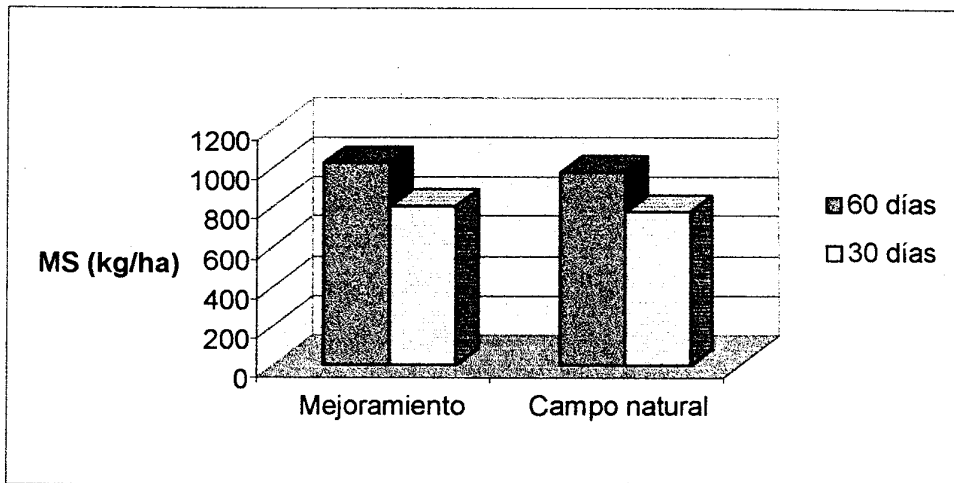


Figura N°13: Rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento y del Campo natural según frecuencia de corte.

Al respecto, en la figura N°13 se puede apreciar que la producción de materia seca del Mejoramiento en el otoño del año 2000 estuvo básicamente explicada por la producción del Campo natural ya que el aporte de lotus cv. Maku fue muy bajo en dicho periodo.

4.2.2.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca (kg/ha)

En el cuadro N°26 se puede apreciar, que tanto el rendimiento de lotus cv. Maku como el porcentaje de dicho componente en el Mejoramiento presentaron efectos significativos debido a la intensidad de corte.

Con respecto a lotus cv. Maku, los tratamientos cortados a 2.5 cm mostraron un rendimiento de materia seca significativamente superior el registrado con cortes a 7.5 cm de altura.

Asimismo, el porcentaje de lotus cv. Maku del Mejoramiento fue mayor con la intensidad de corte 2.5 cm, diferenciándose estadísticamente de la intensidad 7.5 cm.

Tanto el Mejoramiento como el componente Campo natural, no presentaron diferencias significativas en la producción de materia seca debido a la intensidad de corte.

Cuadro N°26: Efecto de la intensidad de corte sobre la producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de los componentes lotus Maku y Campo natural, así como el porcentaje de lotus Maku en el Mejoramiento.

Intensidad	Mejoramiento (kg/ha MS)	Maku (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)	% Maku
2.5 cm	902	61 a	840	2.3 a
7.5 cm	917	14 b	904	1.2 b
Significación	n.s.	0.04	n.s.	0.03
M.D.S.	-	43	-	1
Media	910	38	872	1.8
C.V.	17	82	16	41

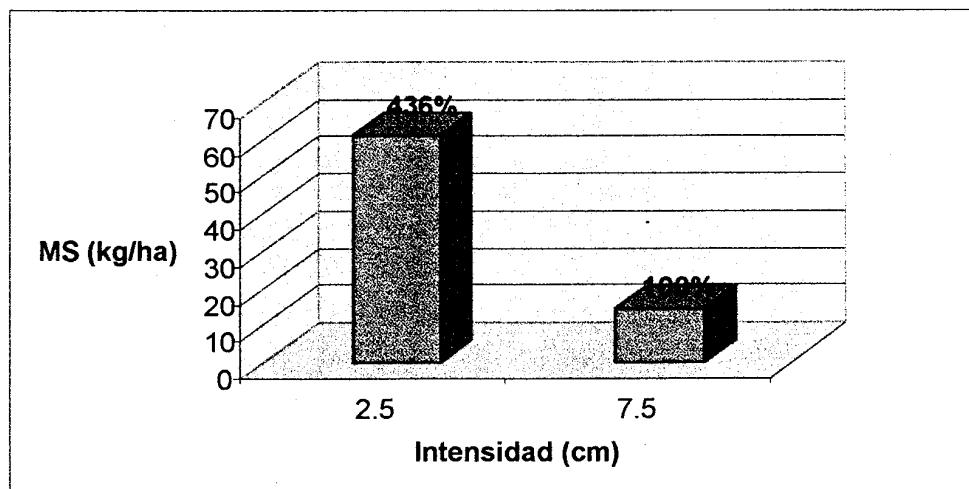


Figura N°14: Rendimiento otoñal de materia seca de lotus cv. Maku según intensidad de corte.

En la figura N°14 se observa que la producción otoñal de forraje de lotus cv. Maku fue de 61 kg/ha MS con la intensidad de corte 2.5 cm, la cual superó a la registrada con la intensidad a 7.5 cm (14 kg/ha MS) en un 336%.

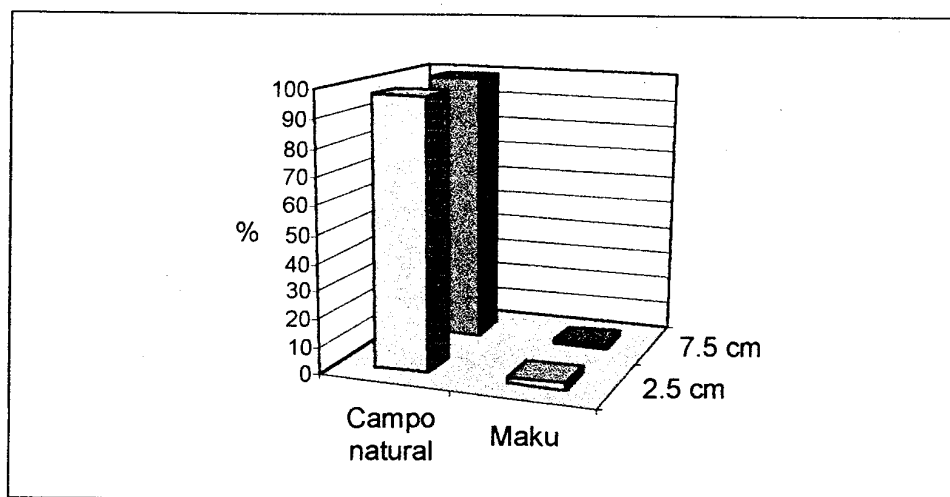


Figura N°15: Porcentaje de lotus cv. Maku y del Campo natural en el Mejoramiento según intensidad de corte

En la figura N°15 se puede observar que el porcentaje de lotus cv. Maku en el Mejoramiento fue muy bajo en el otoño del año 2000, debido a que la sequía ocurrida en primavera – verano 99/00 afectó en mayor grado al lotus cv. Maku que al Campo natural.

De todas maneras, el porcentaje de lotus cv. Maku fue significativamente superior con la intensidad de corte a 2.5 cm (2.3%) con relación al registrado con la intensidad de corte a 7.5 cm (1.2%).

4.2.2.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte

Los datos presentados en el cuadro N°27 muestran que no existió interacción significativa entre frecuencia e intensidad de corte sobre los parámetros estudiados.

Cuadro N°27: Producción otoñal de materia seca del Mejoramiento, de lotus cv. Maku y del Campo natural, así como porcentaje de Maku según cada tratamiento.

Tratamiento	Mejoramiento (kg/ha MS)	Maku (kg/ha MS)	Campo Natural (kg/ha MS)	% Maku
30 – 2.5	749	38	711	1.9
30 – 7.5	854	22	833	1.5
60 – 2.5	1055	84	970	2.8
60 – 7.5	980	6	974	0.8
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-
Media	910	38	872	1.8
C.V.	17	82	16	41

4.2.3. Producción de la parte subterránea

4.2.3.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre la parte subterránea

4.2.3.1.1. Resultados del año 1999

En el cuadro N°28 se puede observar que la frecuencia de corte tuvo efectos significativos únicamente en el peso de los rizomas muertos, los cuales registraron el mayor valor con la frecuencia cada 60 días.

Asimismo, el largo de los rizomas viejos presentó el mismo comportamiento, mostrando mayores valores con la frecuencia de corte cada 60 días con respecto a la frecuencia de corte cada 30 días. Esta tendencia fue significativa al 5.7%.

Cuando se analizan los otros parámetros estudiados, no se observan efectos importantes debido a la variable frecuencia de corte

Cuadro N°28: Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Frecuencia	PC/m ²	C/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
60 días	4333	256	133	80	53	179	36 a
30 días	4300	200	108	78	31	136	13 b
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.039
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	22
Media	4317	228	121	79	42	158	25
C.V.	31	45	36	42	40	43	64

PC – puntos de crecimiento C – coronas LRV – largo de rizomas vivos LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

4.2.3.1.2. Resultados del año 2000

En el cuadro N°29 se observa que, en el año 2000, la frecuencia de corte no afectó significativamente ninguno de los parámetros estudiados.

Por otra parte, se destaca una gran reducción en los valores de todos los parámetros estudiados, con referencia a los registrados en el año 1999 (cuadro N°28). En tal sentido, las diferencias en la producción de la parte subterránea encontradas entre uno y otro año, se debieron a la fuerte sequía ocurrida en primavera y verano 99/2000 que afectó el crecimiento de los órganos subterráneos.

Cuadro N°29: Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Frecuencia	PC/m ²	C/m ²	R/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
60 días	1117	111	439	13	9	4	19	15
30 días	1211	94	489	17	12	5	17	7
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	1164	103	464	15	10	5	18	11
C.V.	47	6	31	61	49	95	56	100

PC – puntos de crecimiento C – coronas R – rizomas LRV – largo de rizomas vivos
LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de
rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

4.2.3.2. Efecto de la intensidad de corte sobre la parte subterránea

4.2.3.2.1. Resultados del año 1999

En el cuadro N°30 se puede apreciar que en el año 1999 no existieron diferencias significativas debido a la intensidad de corte en ninguno de los parámetros estudiados.

Con respecto al número de puntos de crecimiento por m², si bien no presentó diferencias estadísticas significativas, mostró una tendencia a mayores valores en los tratamientos cortados a 2.5 cm. Esta tendencia fue significativa al 12%.

Cuadro N°30: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento y de coronas, el largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Intensidad	PC/m ²	C/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
2.5 cm	5011	261	119	80	39	158	23
7.5 cm	3622	194	123	78	45	158	26
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-
Media	4317	228	121	79	42	158	25
C.V.	31	45	36	42	40	43	64

PC – puntos de crecimiento C – coronas LRV – largo de rizomas vivos LRN – largo de
rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos
PRM – peso de rizomas muertos

4.2.3.2.2. Resultados del año 2000

En el cuadro N°31 se puede observar que en el año 2000, la intensidad de corte afectó significativamente varios parámetros.

Al respecto, se destaca que todos los parámetros estudiados presentaron un mejor comportamiento con la intensidad de corte a 2.5 cm.

Cuadro N°31: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, el largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como el peso de los rizomas vivos y muertos.

Intensidad	PC/m ²	C/m ²	R/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
2.5 cm	1667 a	189 a	706 a	22 a	15 a	7	28 a	17
7.5 cm	661 b	17 b	222 b	8 b	6 b	2	9 b	6
Significación	0.02	0.004	0.02	0.03	0.02	n.s.	0.02	n.s.
M.D.S.	766	93	189	13	7	-	15	-
Media	1164	103	464	15	10	5	18	11
C.V.	47	64	31	61	49	95	56	100

PC – puntos de crecimiento C – coronas R – rizomas LRV – largo de rizomas vivos
 LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

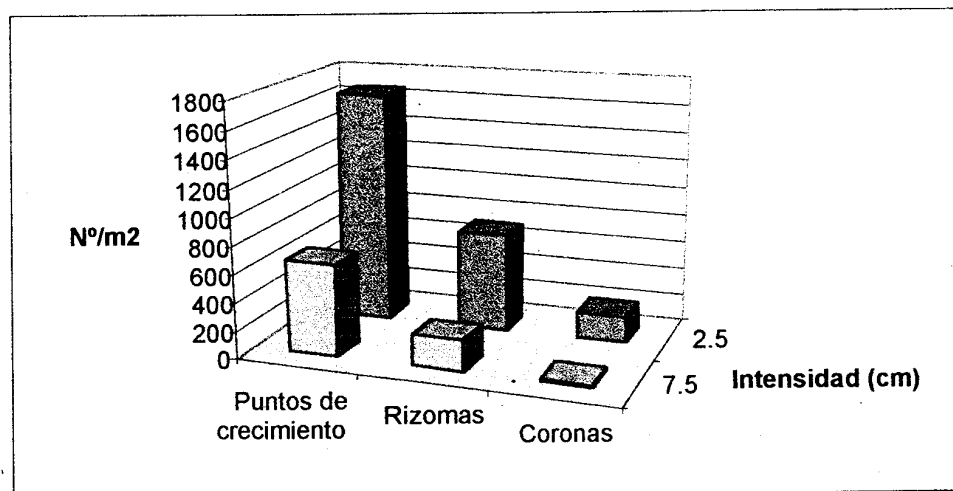


Figura N°16: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de puntos de crecimiento, rizomas y coronas.

En la figura N°16 se puede observar que, el número de puntos de crecimiento por m² fue 152% superior en los tratamientos cortados a 2.5 cm (1667) con respecto a los cortados a 7.5 cm de altura (661).

En este sentido, Sheath (1980 a) menciona que las defoliaciones severas y/o frecuentes incrementan el número de tallos rizomatosos que participan en el rebrote.

Cuando se analiza el número de rizomas, se observa una gran respuesta de dichos órganos a la intensidad de corte, los tratamientos cortados a 2.5 cm presentaron 706 rizomas por m², y superaron en 210% a los cortados a 7.5 cm (222 rizomas/m²).

En este caso, los resultados no coinciden con la bibliografía consultada, ya que varios autores mencionan que las alturas moderadas de corte favorecen el número de rizomas.

En cuanto al número de coronas, se encontró una superioridad de 1012% en los tratamientos cortados a 2.5 cm (189 coronas/m²) con respecto a los cortados a 7.5 cm (17 coronas/m²).

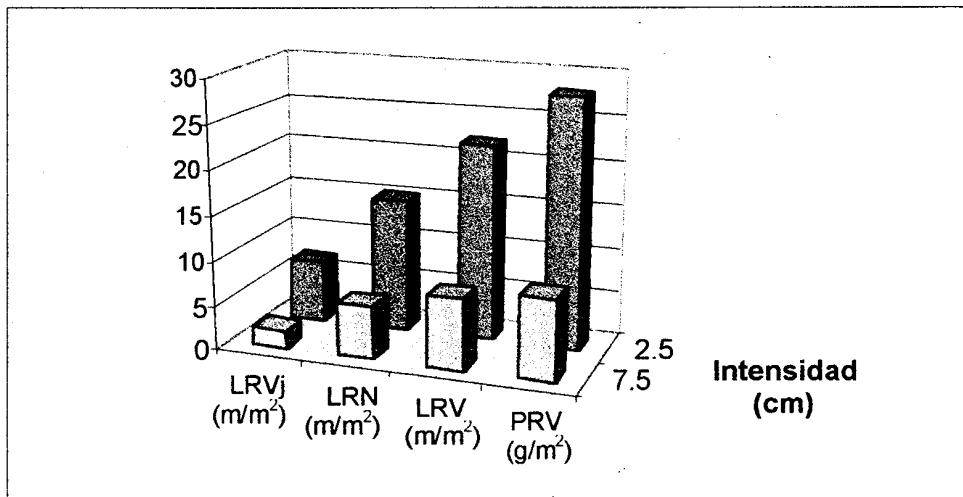


Figura N°17: Efecto de la intensidad de corte sobre el largo de rizomas vivos, nuevos y viejos; así como el peso de los rizomas vivos.

En la figura N°17 se puede apreciar que tanto el largo de los rizomas como el peso de los mismos presentaron un mejor comportamiento con la intensidad de corte a 2.5 cm de altura.

Estos resultados no concuerdan con las observaciones registradas por Troughton (1957) y Harris y Blumenthal (1995) quienes encontraron una relación positiva entre el incremento en la altura de corte y el crecimiento subterráneo de *Lotus pedunculatus*.

4.2.3.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre la parte subterránea

4.2.3.3.1. Resultados del año 1999

En el cuadro N°32 se puede observar que no existió interacción significativa entre frecuencia e intensidad de corte sobre ninguno de los parámetros estudiados.

Cuadro N°32: Número de puntos de crecimiento y coronas, largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.

Tratamiento	PC/m ²	C/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
30-2.5	5022	278	114	88	26	137	7
30-7.5	3578	122	102	67	35	135	18
60-2.5	5000	245	124	72	53	178	39
60-7.5	3667	267	50	89	54	180	34
Significación interacción	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-
Media	4317	228	121	79	42	158	25
C.V.	31	45	36	42	40	43	64

PC – puntos de crecimiento C – coronas LRV – largo de rizomas vivos LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos PRM – peso de rizomas muertos

4.2.3.3.2. Resultados del año 2000

Los resultados expuestos en el cuadro N°33 muestran que, en el año 2000, tampoco existió interacción significativa entre las variables frecuencia e intensidad de corte sobre los parámetros estudiados.

Cuadro N°33: Número de puntos de crecimiento, coronas y rizomas, largo de rizomas vivos, nuevos y viejos, así como peso de los rizomas vivos y muertos según cada tratamiento.

Tratamiento	PC/m ²	C/m ²	R/m ²	LRV (m/m ²)	LRN (m/m ²)	LRVj (m/m ²)	PRV (g/m ²)	PRM (g/m ²)
30-2.5	1678	167	722	24	17	7	22	10
30-7.5	745	22	256	11	7	4	13	5
60-2.5	1655	211	689	21	13	8	35	23
60-7.5	578	11	189	5	5	0	4	8
Significación interacción	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	1164	103	464	15	10	5	18	11
C.V.	47	64	31	61	49	95	56	100

PC – puntos de crecimiento C – coronas R – rizomas LRV – largo de rizomas vivos
 LRN – largo de rizomas nuevos LRVj – largo de rizomas viejos PRV – peso de rizomas vivos
 PRM – peso de rizomas muertos

4.2.4. Población de individuos (plantas adultas y plántulas) en el año 2000

4.2.4.1. Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas

En el cuadro N°34 se puede observar que la frecuencia de corte no tuvo efectos significativos sobre el número de plantas y de plántulas de lotus cv. Maku.

Cuadro N°34: Efecto de la frecuencia de corte sobre el número de plantas y de plántulas de lotus cv. Maku

Frecuencia	Plantas/m ²	Plántulas/m ²
60 días	228	50
30 días	244	22
Significación	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-
Media	236	36
C.V.	21	140

4.2.4.2. Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas

Los datos presentados en el cuadro N°35 muestran que la intensidad de corte tuvo efectos significativos únicamente en el número de plantas adultas de lotus cv. Maku. En ese sentido, la población de plantas registrada con la intensidad de corte a 2.5 cm fue significativamente superior a la registrada con la intensidad a 7.5 cm.

Por otra parte, también se puede observar que el número de plantas por m² es alto, mas aún, teniendo en cuenta que el muestreo se realizó en el invierno siguiente a la sequía de primavera - verano y que se trata de un Mejoramiento de campo de ocho años.

Por lo tanto, estos registros no solo muestran la buena capacidad de recuperación de lotus cv. Maku luego de una sequía intensa y prolongada; si no que hablan de por sí de la excelente persistencia que presenta este cultivar.

En cambio, el número de plántulas por m² fue relativamente bajo, lo cual se debe a que, a la dificultad natural que presenta en el país este cultivar para producir semillas se le sumó el efecto de la sequía durante el período de floración.

Cuadro N°35: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas y de plántulas de lotus cv Maku.

Intensidad	Plantas/m ²	Plántulas/m ²
2.5 cm	328 a	33
7.5 cm	144 b	39
Significación	0.01	n.s.
M.D.S.	77	-
Media	236	36
C.V.	21	140

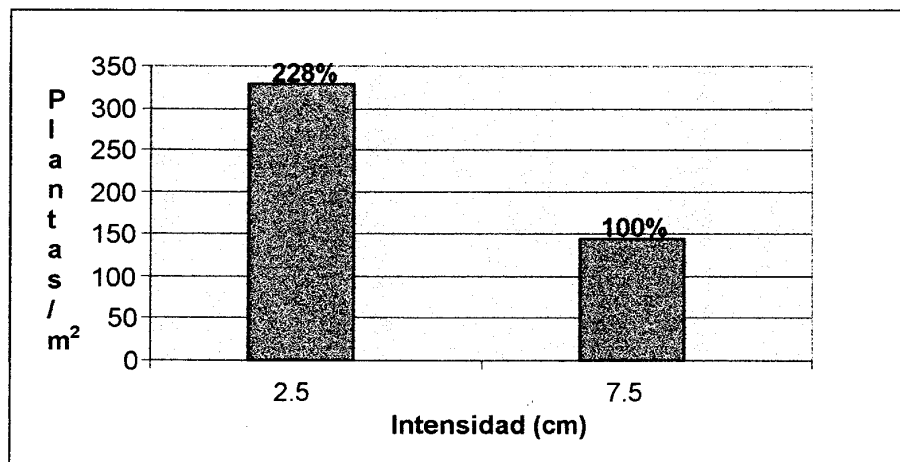


Figura N°18: Efecto de la intensidad de corte sobre el número de plantas de lotus cv. Maku.

En la figura N°18 se observa que el número de plantas de lotus cv. Maku alcanzó el máximo valor con la intensidad de corte a 2.5 cm (328 pl/m²) superando en 128% al registrado con la intensidad de corte a 7.5 cm (144 pl/m²).

4.2.4.3. Interacción entre frecuencia e intensidad de corte sobre el número de plantas adultas y de plántulas

Los datos presentados en el cuadro N°36 indican que no existió interacción significativa entre las variables estudiadas.

Cuadro N°36: Número de plantas adultas y de plántulas de lotus cv. Maku según cada tratamiento.

Tratamiento	Plantas/m ²	Plántulas/m ²
30 – 2.5	333	33
30 – 7.5	156	11
60 – 2.5	322	33
60 – 7.5	133	67
Significación interacción	n.s.	n.s.
M.D.S.	-	-
Media	236	36
C.V.	21	140

5. CONCLUSIONES

El comportamiento de *Lotus pedunculatus* LE 627 y cv. grassland Maku frente a diferentes frecuencias e intensidades de corte fue evaluado mediante censos de población en las plantas adultas así como de las plántulas emergidas por reclutamiento. Los aspectos productivos fueron determinados mediante estudios de las partes aérea y subterránea.

Es importante destacar que las conclusiones que se presentan a continuación fueron extraídas en el contexto de un año de evaluación, período que no se considera suficiente para lograr interpretaciones ajustadas a los objetivos planteados, por lo cual deben ser consideradas como preliminares.

El prolongado período de déficit hídrico ocurrido entre los meses de setiembre y marzo produjo impactos importantes en el crecimiento del Mejoramiento y de sus componentes.

En este sentido, en el otoño siguiente a la sequía, se produjo un marcado cambio en la composición botánica del Mejoramiento a favor del Campo natural, ya que el déficit hídrico afectó más al *Lotus pedunculatus* que a la vegetación natural.

5.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS PEDUNCULATUS LE 627

5.1.1. Censos de población

La población de plantas adultas fue favorecida significativamente por la frecuencia de corte cada 60 días, siendo ésta un 70% superior a la lograda con cortes cada 30 días. Por el contrario, la población de plántulas emergidas de la resiembra natural fue significativamente superior con la frecuencia de cortes cada 30 días, la cual superó en un 215% a la obtenida con cortes cada 60 días.

Las poblaciones de plantas adultas y de plántulas reclutadas no mostraron respuesta a las distintas intensidades de cortes, ni a la interacción entre frecuencia e intensidad de corte.

5.1.2. Producción de la parte aérea de las plantas

La producción de la parte aérea fue definida a través de los rendimientos de materia seca total de la época crítica (abril – noviembre), así como de su producción otoñal (marzo – junio).

5.1.2.1. Producción total de materia seca (abril – noviembre)

La producción acumulada de materia seca del componente lotus LE 627 durante ocho meses (abril – noviembre) fue significativamente superior cuando se aplicó cortes cada 60 días y dejando rastrojos entre 5.0 y 2.5 cm de altura.

La producción acumulada de materia seca del Mejoramiento (lotus LE 627 + Campo natural) no fue afectada por las frecuencias de corte pero sí por las intensidades, siendo superiores aquellas que dejaron rastrojos de 2.5 cm de altura.

5.1.2.2. Producción otoñal de materia seca (marzo – junio)

Las producciones otoñales de materia seca total y las de sus componentes no fueron modificadas por ninguno de los tratamientos de defoliación aplicados, aunque se detectó una tendencia a mayores rendimientos en la frecuencia de cortes cada 60 días. Este comportamiento pudo deberse a los efectos de la extensa sequía ocurrida durante primavera – verano que impidió aplicar los tratamientos propuestos entre los meses de diciembre y febrero, y que enmascaró la evolución de los mismos.

5.1.3. Producción de la parte subterránea de las plantas

La aplicación de diferentes tratamientos constituidos por distintas combinaciones contrastantes de frecuencia e intensidad de cortes permitió registrar cambios importantes en ciertas variables.

Mientras la frecuencia de cortes cada 60 días sólo favoreció en forma significativa la población de coronas de lotus LE 627, la frecuencia de cortes cada 30 días permitió un mejor crecimiento y desarrollo de los rizomas, lo que se expresó particularmente en el largo de los viejos y en el peso de los vivos.

En cuanto a las intensidades fue significativo el mejor comportamiento de los cortes que dejaban rastrojos de 7.5 cm, ya que en éstos fue posible determinar rizomas vivos y muertos con mayor peso, así como una mayor longitud en los rizomas viejos.

5.2. EXPERIMENTO 2: LOTUS PEDUNCULATUS CV. MAKU

5.2.1. Censos de población

Si bien la frecuencia de cortes no tuvo efectos significativos sobre la población de plantas y de plántulas, las intensidades de cortes afectaron sensiblemente el número de plantas adultas, registrándose un incremento del 128% en los tratamientos en que el cv. Maku recibió siempre la mayor intensidad de corte (2.5 cm).

5.2.2. Producción de la parte aérea de las plantas

La producción de la parte aérea fue definida a través de los rendimientos de materia seca total en la época crítica (marzo – noviembre), así como de su producción otoñal (marzo – junio).

5.2.2.1. Producción total de materia seca (marzo – noviembre)

La producción acumulada de materia seca fue favorecida por la frecuencia de cortes cada 60 días, la cual presentó un comportamiento significativamente superior tanto del Mejoramiento como de sus componentes lotus cv. Maku y Campo natural.

Por otra parte, las intensidades de corte a 2.5 cm ofrecieron rendimientos de materia seca significativamente superiores en el Mejoramiento y en el lotus cv. Maku, no detectándose interacción entre ambas variables.

5.2.2.2. Producción otoñal de materia seca (marzo – junio)

La producción otoñal fue afectada tanto por la frecuencia de corte como por la intensidad. Así, mientras los rendimientos en materia seca del Mejoramiento y del componente Campo natural fueron significativamente mayores con la frecuencia de cortes cada 60 días, la producción otoñal del cv. Maku y su contribución en porcentaje fueron significativamente mayores con la intensidad de 2.5 cm de rastrojo.

5.2.3. Producción de la parte subterránea de las plantas

Todos los parámetros estudiados de la parte subterránea tales como: puntos de crecimiento, coronas, rizomas, largo de rizomas vivos (nuevos + viejos) y peso de los rizomas vivos y muertos presentaron una clara superioridad con la intensidad de corte a 2.5 cm.

6. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Unidad Experimental Palo a Pique perteneciente a INIA Treinta y Tres, Estación Experimental del Este. Comprendió dos estudios: Experimento 1. Lotus pedunculatus LE 627 (diploide) y Experimento 2. Lotus pedunculatus cv. grassland Maku (tetraploide). En el experimento 1 se determinó los efectos de dos frecuencias de corte (30 y 60 días) y tres intensidades de corte (2.5, 5.0 y 7.5 cm), en un factorial 2 x 3 con cuatro repeticiones sembrado al voleo en cobertura. En el experimento 2 se estudió los efectos de dos frecuencias de corte (30 y 60 días) y dos intensidades de corte (2.5 y 7.5 cm), en un factorial 2 x 2 con tres repeticiones, sembrado también en cobertura.

Se estudió el efecto de las variables mencionadas sobre la población de plantas y plántulas, la producción de materia seca de la parte aérea y las características principales de la parte subterránea.

- Los distintos tratamientos de frecuencia e intensidad de corte afectaron de distinta manera la población de individuos de LE 627 y cv. Maku. Mientras en LE 627 el número de plantas adultas fue favorecido por cortes cada 60 días y el reclutamiento de nuevas plántulas por cortes cada 30 días, en cv. Maku no se detectó diferencias entre frecuencias, pero se registró un incremento significativo en el número de plantas adultas a favor de los cortes a 2.5 cm.
- La frecuencia de cortes cada 60 días determinó los mayores rendimientos no sólo de materia seca total (abril – noviembre) sino que también de materia seca otoñal (marzo – junio) en ambas procedencias: LE 627 y cv. grassland Maku.
- La intensidad de corte dejando un rastrojo de 2.5 cm de altura, ofreció rendimientos estadísticamente superiores de materia seca tanto otoñales (marzo – junio) como totales (marzo – noviembre) de cv. Maku. En LE 627 la producción total de materia seca (abril – noviembre) fue significativamente superior cuando se aplicó cortes dejando rastrojos entre 5.0 y 2.5 cm de altura, mientras que la producción otoñal de materia seca no mostró diferencias debido a la intensidad de corte.
- Las distintas frecuencias de corte no afectaron los parámetros de crecimiento de las partes subterráneas del cv. Maku, pero su efecto fue contrastante en LE 627 ya que mientras los cortes efectuados cada 60 días promovieron incrementos en la población de coronas, los cortes cada 30 días favorecieron un mejor desarrollo de los rizomas.
- Las diferentes alturas de corte afectaron de diferente manera las partes subterráneas de ambas procedencias. Mientras los rastrojos de 2.5 cm favorecieron el desarrollo de rizomas en cv. Maku, los rastrojos a 7.5 cm permitieron lograr este efecto en LE 627.

7. SUMMARY

The present work was carried out in the Unidad Experimental "Palo a Pique" belonging to INIA Treinta y Tres, Estación Experimental del Este. This work understood two studies: Experiment 1. *Lotus pedunculatus* LE 627 (diploid) and Experiment 2. *Lotus pedunculatus* cv. grassland Maku (tetraploid). In the experiment 1 it was determined the effects of two cut frequencies (30 and 60 days) and three cut intensities (2.5, 5.0 and 7.5 cm) in a factorial 2 x 3 with four repetitions, sowed to the valley in covering. In the experiment 2 it was studied the effects of two cut frequencies (30 and 60 days) and two cut intensities (2.5 and 7.5 cm) in a factorial 2 x 2 with three repetitions, also sowed in covering.

The effect of the mentioned variables was studied on the population of mature plants and new plants, the production of dry matter of the air part and the main characteristics of the underground part.

- The different treatments of frequency and cut intensity affected in a different way the population of individuals of LE 627 and cv. Maku. While in LE 627 the number of mature plants was promoted by cuts every 60 days and the recruitment of new plants for cuts every 30 days, in cv. Maku was not detected differences among frequencies, but was registered a significant increment in the number of mature plants in favour of the cuts to 2.5 cm.
- The frequency of cut every 60 days not only determined the biggest yields of total dry matter (April - November) but rather also of autumnal dry matter (March - June) in both origins: LE 627 and cv. grassland Maku.
- The cut intensity leaving a stubble of 2.5 cm of height, offered yields statistically so much superiors of dry matter autumnal (March - June) as total (March - November) in cv. Maku. In LE 627 the total production of dry matter (April - November) was significantly superior when it was applied cuts leaving a stubble between 5.0 and 2.5 cm of height, while the autumnal production of dry matter didn't show differences among cut intensity.
- The different cut frequencies didn't affect the parameters of the growth of the underground parts of the cv. Maku but their effect was contrasting in LE 627. When the cuts were made every 60 days, they promoted increments in the population of crowns. The cuts every 30 days promoted a better development of the rhizomes.
- The different cut heights affected in a different way the underground parts of both origins. While the stubble of 2.5 cm promoted the development of rhizomes in cv. Maku, the stubble to 7.5 cm allowed to achieve this effect in LE 627.

8. BIBLIOGRAFIA

ANURAGA, M.; DUARSA, P.; HILL, M.J.; LOVETT, J.V. 1993. Soil moisture and temperature affect condensed tannin concentrations and growth in *Lotus corniculatus* and *Lotus pedunculatus*. *Australian Journal of Agricultural Research* 44: 7, 1667-1681.

ARRILLAGA, I.; CODURI, G. 1997. Manejo de defoliación de *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 70p.

AYALA, W.; CARAMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos en la región Este: implantación y especies. In *Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica 80*. INIA Tacuarembó. pp 169-175.

_____, W.; CARRIQUIRY, E.; CARAMBULA, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la región Este. In *Campo Natural. Resultados Experimentales*. INIA Treinta y Tres. pp 1-28.

BEMHAJA, M. Producción de pasturas en Basalto. In *Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica 80*. INIA Tacuarembó. pp 231-240.

CARAMBULA, M. 1977. *Producción y Manejo de Pasturas Sembradas*. Reimp. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 464p.

_____, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1994. *Lotus pedunculatus*. Adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treinta y Tres. Serie Técnica 45. 14p.

_____, M. 1996. *Pasturas Naturales Mejoradas*. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 524p.

CASTAÑO, J.P.; MENENDEZ, F.G. 1998. Caracterización vegetativa y producción de semillas de *Lotus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 67p.

FORMOSO, F.A. 1996. Bases morfofisiológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In *Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica 80*. INIA Tacuarembó. pp 1-19.

GRANT, W.F.; SMALL, E. 1996. The origin of the *Lotus corniculatus* (Fabaceae) complex: a synthesis of diverse evidence. *Can. J. Bot.* 74: 975-989.

HARRIS, C.A.; BLUMENTHAL, M.J.; SCOTT, J.M. 1993. Survey of use and management of *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku in eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33: 41-47.

_____, C.A.; BLUMENTHAL, M.J. 1995. Rhizome development of defoliated Grasslands Maku. *Proceedings of the Tenth Ann. Conf. Grassld Soc.* pp 116

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.

HOPKINS, A.; SCOTT, A.; COSTALL, D.A.; LAMBERT, M.G.; CAMPBELL, B.D. 1993. Distribution of diploid and tetraploid *Lotus pedunculatus* plants in moist, North Island hill country. *New Zeland Journal of Agricultural Research* 36: 429-434.

KAISER, C.J.; HEATH, M.E. 1990. Big Trefoil: A new legume for pastures on Frangipan Soils. In *Advances in new crops*. J. Janick and J.E. Simon eds. Portland, OR. Timber Press. pp. 191-194.

LANGER, R.H.M. 1973. Las pasturas y sus plantas. Montevideo. Hemisferio Sur pp 137-145.

LOWTHER, W.L. 1983. Influence of site on response of "Grasslands Maku" *Lotus pedunculatus* establishment to seed pelleting and broadcast lime. *New Zeland Journal of Agricultural Research* 26: 423-425.

_____, W.L.; WEDDERBURN, M.E.; TRAINOR, K.D. 1992. Reproductive phenology and natural reseeding of "Grasslands Maku" *Lotus pedunculatus* in tussock grassland environments. *New Zeland Journal of Agricultural Research* 35: 157-162.

MONTOSSI, F. 1996. El valor nutricional de los taninos condensados en el género *Lotus*. In *Producción y manejo de pasturas*. Serie Técnica 80. INIA Tacuarembó. pp 107-111.

PINTO, J.C.; RODRIGUEZ, N. 1986. Avaliação de plantas e porgenie de *L. corniculatus* L.E. *L. uliginosus*. Porto Alegre. Anuario técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnicas "Francisco Osorio" 14: 114-197.

RISSE, D.F.; BERRETTA, E.J. 1996. Mejoramientos de campos en suelos sobre Cristalino. In *Producción y manejo de pasturas*. Serie Técnica 80. INIA Tacuarembó. pp 193-211.

ROBERTSON, H.A.; NIEZEN, J.H.; WAGHORN, G.C.; CHARLESTON, W.A.G.; JINLONG, M. 1995. The effect of six herbages on liveweight gain, wool growth and faecal egg count of parasitised ewe lambs. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 55: 199-201.

RUSSELL, H.E. 1996. Ecología del rhizobium en la región Noreste. In *Producción y manejo de pasturas*. Serie Técnica 80. INIA Tacuarembó. pp 41-45.

SHEATH, G.W. 1980 a. Production and regrowth characteristics of *Lotus pedunculatus* Cav. cv. Grassland Maku. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 23: 201-209.

_____, G.W. 1980 b. Effects of season and defoliation on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav. cv. Grassland Maku. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 23: 191-200.

_____, G.W. 1981. Lotus pedunculatus – An agricultural plant? New Zealand Grassland Association 42: 160-168.

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 uliginosus Schk.). New Zealand Journal of Applied Sedd Production 9: 7-15.

ULYATT, M.J. 1981. The feeding value of temperate pastures. In: Grazing animals. World Animal Science V B1. Morley, F.H.W., Editor Elsevier. pp 125- 139.

WEDDERBURN, M.E.; LOWTHER, W.L. 1985. Factors affecting establishment and spread of Grasslands Maku lotus in tussock grasslands. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 46: 97-101.

9. ANEXO

9.1. RENDIMIENTOS MENSUALES

9.1.1. Experimento 1: Lotus pedunculatus LE 627

9.1.1.1. Rendimientos de materia seca correspondiente a los cortes de abril – noviembre 1999 (kg/ha)

Cuadro N°37: Rendimiento de materia seca por corte del Mejoramiento

	30 – 2,5	30 – 5,0	30 – 7,5	60 - 2,5	60 - 5,0	60 - 7,5
Abril	406.68	135.58	44.05			
Mayo	61.10	15.15	0.00	442.10	181.18	24.48
Junio	21.73	4.78	0.00			
Julio	31.70	23.45	2.35	85.83	41.83	6.85
Agosto	156.13	184.10	64.50			
Septiembre	102.20	93.15	59.25	591.85	445.93	166.93
Octubre	553.38	447.18	426.15			
Noviembre	60.15	47.53	45.50	421.80	441.00	339.53
Total	1393.05	950.90	641.80	1541.58	1109.93	537.78

Cuadro N°38: Rendimiento de materia seca por corte de Lotus pedunculatus LE 627

	30 – 2,5	30 – 5,0	30 – 7,5	60 - 2,5	60 - 5,0	60 - 7,5
Abril	78.98	31.68	9.50			
Mayo	18.20	6.58	0.00	195.08	92.83	10.33
Junio	6.50	1.98	0.00			
Julio	16.53	16.95	1.03	46.03	25.15	3.43
Agosto	117.60	138.98	46.43			
Septiembre	46.55	59.38	30.43	465.50	352.85	125.18
Octubre	71.40	83.40	119.33			
Noviembre	2.80	1.28	4.65	111.15	100.33	87.55
Total	358.55	340.20	211.35	817.75	571.15	226.48

Cuadro N°39: Rendimiento de materia seca por corte del Campo natural

	30 - 2,5	30 – 5,0	30 – 7,5	60 – 2,5	60 - 5,0	60 - 7,5
Abril	327.68	103.85	34.55			
Mayo	42.93	8.58	0.00	247.05	88.35	14.15
Junio	15.25	2.80	0.00			
Julio	15.15	6.50	1.35	39.78	16.68	3.43
Agosto	38.53	45.15	18.13			
Septiembre	55.65	33.78	28.85	126.35	93.08	41.70
Octubre	481.95	363.78	306.83			
Noviembre	57.35	46.25	40.85	310.65	340.68	251.98
Total	1034.48	610.68	430.55	723.83	538.78	311.25

Cuadro N°40: Porcentaje de LE 627 por corte

	30 - 2,5	30 - 5,0	30 - 7,5	60 - 2,5	60 - 5,0	60 - 7,5
Abril	34	34	25			
Mayo	38	45	0	50	57	25
Junio	38	51	0			
Julio	63	61	15	61	70	17
Agosto	79	83	86			
Septiembre	56	63	63	81	82	77
Octubre	19	26	35			
Noviembre	8	5	15	26	22	22
Promedio	42	46	30	55	58	35

9.2.2 Experimento 2: Lotus pedunculatus cv. Maku

9.1.1.2. Rendimientos de materia seca correspondiente a los cortes de marzo - noviembre (kg/ha)

Cuadro N°41: Rendimiento de materia seca por corte del Mejoramiento

	30 - 2.5	30 - 7.5	60 - 2.5	60 - 7.5
Marzo	241.01	411.54	1027.73	1055.93
Abril	185.20	171.37		
Mayo	56.67	31.52	265.72	118.19
Junio	3.49	0.00		
Julio	24.05	4.14	136.79	16.12
Agosto	92.38	47.60		
Setiembre	326.34	132.65	1015.90	700.50
Octubre	335.90	298.45		
Noviembre	13.85	29.12	258.41	236.68
Total	1278.89	1126.39	2704.56	2127.42

Cuadro N°42: Rendimiento de materia seca por corte de L pedunculatus cv. Maku

	30 - 2.5	30 - 7.5	60 - 2.5	60 - 7.5
Marzo	14.44	9.15	18.70	56.32
Abril	24.54	8.89		
Mayo	10.33	3.51	123.14	30.84
Junio	0.39	0.00		
Julio	11.15	0.36	61.33	3.64
Agosto	63.56	23.70		
Setiembre	184.78	44.55	611.77	367.64
Octubre	93.19	27.13		
Noviembre	0.50	1.28	24.49	3.17
Total	402.88	118.56	839.43	461.61

Cuadro N°43: Rendimiento de materia seca por corte del Campo natural

	30 – 2.5	30 – 7.5	60 – 2.5	60 – 7.5
Marzo	226.57	402.40	1009.03	999.61
Abril	160.65	162.48		
Mayo	46.34	28.01	142.58	87.34
Junio	3.10	0.00		
Julio	12.91	3.79	75.46	12.48
Agosto	28.82	23.90		
Setiembre	141.56	88.10	404.13	332.86
Octubre	242.71	271.32		
Noviembre	13.34	27.84	233.91	233.51
Total	876.01	1007.83	1865.13	1665.81

9.2. ANALISIS DE VARIANZA

9.2.1. Experimento 1: Lotus pedunculatus LE 627

9.2.1.1. Producción acumulada de forraje correspondiente a 8 meses de crecimiento (abril – noviembre 1999)

Cuadro N°44: Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento (kg/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	862994.458	287664.819	3.41	0.0450
Frecuencia	1	30033.375	30033.375	0.36	0.5594
Intensidad	2	3045127.08	1522563.54	18.07	0.0001
Frec * Int	2	91617.75	45808.88	0.54	0.5916
C.V	28.2447				

Cuadro N°45: Rendimiento total de materia seca de LE 627 (kg/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	605059.33	201686.44	8.07	0.0020
Frecuencia	1	331350.00	331350.00	13.26	0.0024
Intensidad	2	559873.00	279936.50	11.20	0.0011
Frec * Int	2	197184.00	98592.00	3.94	0.0420
C.V	37.5521				

Cuadro N°46: Rendimiento total de materia seca del Campo natural (kg/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	238163.00	79387.6667	0.97	0.4322
Frecuencia	1	168002.67	168002.667	2.06	0.1722
Intensidad	2	1047415.58	523707.792	6.41	0.0097
Frec * Int	2	63985.0833	31992.5417	0.39	0.6828
C.V	46.9995				

Cuadro N°47: Porcentaje de LE 627

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	948.166667	316.055556	3.05	0.0610
Frecuencia	1	400.166667	400.166667	3.86	0.0681
Intensidad	2	241.583333	120.791667	1.17	0.3382
Frec * Int	2	128.583333	64.2916667	0.62	0.5507
C.V	20.9459				

9.3.1.2. Producción de forraje correspondiente al crecimiento del otoño del año 2000

Cuadro N°48: Rendimiento otoñal de materia seca del Mejoramiento (kg/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	77866.021	25955.340	0.88	0.4757
Frecuencia	1	14607.500	14607.600	0.49	0.4935
Intensidad	2	64581.391	32290.695	1.09	0.3617
Frec * Int	2	4199.281	2099.640	0.07	0.9319
C.V	38.5815				

Cuadro N°49: Rendimiento otoñal de materia seca de LE 627 (kg/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	624.4046	208.1349	1.49	0.2578
Frecuencia	1	481.5104	481.5104	3.44	0.0832
Intensidad	2	443.9308	221.9654	1.59	0.2369
Frec * Int	2	150.6683	80.3304	0.57	0.5748
C.V	115.8698				

Cuadro N°50: Rendimiento otoñal de materia seca del Campo natural (kg/ha)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	70949.165	23549.722	0.79	0.5187
Frecuencia	1	20387.510	20387.510	0.68	0.4225
Intensidad	2	66323.606	33161.803	1.11	0.3564
Frec * Int	2	5204.011	2602.005	0.09	0.9173
C.V	39.7072				

Cuadro N°51: Porcentaje de LE 627

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	2.2893	0.7631	0.78	0.5218
Frecuencia	1	0.0602	0.0602	0.06	0.8071
Intensidad	2	0.2837	0.1419	0.15	0.8658
Frec * Int	2	5.6458	2.8229	2.90	0.0854
C.V	76.5400				

9.3.1.3. Producción de la parte subterránea

9.3.1.3.1. Año 1999

Cuadro N°52: Número de puntos de crecimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	3014861.25	1004953.75	1.81	0.2150
Frecuencia	1	40000.00	40000.00	0.07	0.7940
Intensidad	1	33489.00	33489.00	0.06	0.8114
Frec * Int	1	46872.25	46872.25	0.08	0.7778
C.V	38.8541				

Cuadro N°53: Número de coronas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	93994.6875	31331.5625	5.07	0.0251
Frecuencia	1	6930.5625	6930.5625	1.12	0.3171
Intensidad	1	1139.0625	1139.0625	0.18	0.6777
Frec * Int	1	6930.5625	6930.5625	1.12	0.3171
C.V	42.8459				

Cuadro N°54: Largo de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	2995.33612	998.445375	2.68	0.1103
Frecuencia	1	0.6889	0.6889	0.00	0.9667
Intensidad	1	240.405025	240.405025	0.64	0.4428
Frec * Int	1	198.2464	198.2464	0.53	0.4846
C.V	45.7819				

Cuadro N°55: Largo de rizomas nuevos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	2486.0619	828.6873	2.43	0.1323
Frecuencia	1	8.7616	8.7616	0.03	0.8762
Intensidad	1	211.5570	211.5570	0.62	0.4512
Frec * Int	1	147.1369	147.1369	0.43	0.5277
C.V	47.6188				

Cuadro N°56: Largo de rizomas viejos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	54.9843	18.3281	4.21	0.0405
Frecuencia	1	4.5051	4.5050	1.04	0.3354
Intensidad	1	0.9168	0.9168	0.21	0.6571
Frec * Int	1	3.8514	3.8514	0.89	0.3713
C.V	61.22229				

Cuadro N°57: Peso de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	2147.6251	715.8750	2.89	0.0946
Frecuencia	1	2.7722	2.7722	0.01	0.9180
Intensidad	1	156.3750	156.3750	0.63	0.4472
Frec * Int	1	225.0000	225.0000	0.91	0.36453
C.V	51.9433				

Cuadro N°58: Peso de rizomas muertos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	24.5753	8.1912	3.17	0.0783
Frecuencia	1	14.1003	14.1000	5.45	0.0444
Intensidad	1	5.8564	5.8564	2.26	0.1667
Frec * Int	1	0.0600	0.0600	0.02	0.8823
C.V	58.9235				

9.3.1.3.1. Año 2000

Cuadro N°59: Número de puntos de crecimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	95237.6875	31745.8959	0.16	0.9180
Frecuencia	1	128343.063	128343.063	0.66	0.4367
Intensidad	1	140812.563	140812.563	0.73	0.4160
Frec * Int	1	20093.0625	20093.0625	0.10	0.7548
C.V	67.9336				

Cuadro N°60: Número de coronas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	2993.1875	997.7292	0.50	0.6891
Frecuencia	1	8326.5625	8326.5625	4.20	0.0706
Intensidad	1	637.5625	637.5625	0.32	0.5843
Frec * Int	1	3451.5625	3451.5625	1.74	0.2194
C.V	85.4785				

Cuadro N°61: Número de rizomas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	48.9509	16.3170	1.35	0.2947
Frecuencia	1	16.2199	16.2199	1.35	0.2641
Intensidad	1	32.0507	32.0507	1.33	0.2940
Frec * Int	1	31.7876	31.7876	1.32	0.2967
C.V	31.5680				

Cuadro N°62: Largo de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	36.0494	12.0164	0.79	0.5278
Frecuencia	1	10.5788	10.5788	0.70	0.4246
Intensidad	1	24.1327	24.1327	1.60	0.2383
Frec * Int	1	2.7806	2.7806	0.18	0.6782
C.V	63.9461				

Cuadro N°63: Largo de rizomas nuevos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	22.6362	7.5454	0.83	0.5091
Frecuencia	1	1.3631	1.3631	0.15	0.7072
Intensidad	1	2.0093	2.0093	0.22	0.6490
Frec * Int	1	0.1743	0.1743	0.02	0.8928
C.V	82.1180				

Cuadro N°64: Largo de rizomas viejos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	2.7651	0.92169	0.48	0.7030
Frecuencia	1	19.5143	19.5143	10.20	0.0109
Intensidad	1	12.2325	12.2325	6.42	0.0323
Frec * Int	1	4.3368	4.3368	2.27	0.1664
C.V	57.2541				

Cuadro N°65: Peso de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	49.4991	16.4997	0.54	0.6689
Frecuencia	1	133.0758	133.0758	4.33	0.0673
Intensidad	1	101.5228	101.5228	3.30	0.1026
Frec * Int	1	8.57027	8.57027	0.28	0.6104
C.V	67.9795				

Cuadro N°66: Peso de rizomas muertos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	103.5088	34.5029	0.91	0.4745
Frecuencia	1	46.8886	46.8886	1.23	0.2953
Intensidad	1	190.9226	190.9226	5.03	0.0517
Frec * Int	1	7.73327	7.73327	0.20	0.6625
C.V	68.5494				

9.3.1.4. Población de individuos (plantas adultas y plántulas) en el año 2000

Cuadro N°67: Número de plantas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	9.1305	3.0450	0.47	0.7045
Frecuencia	1	54.3712	54.3712	8.48	0.0107
Intensidad	2	19.3555	9.6778	1.51	0.2529
Frec * Int	2	15.3235	7.6618	1.19	0.3301
C.V	26.1526				

Cuadro N°68: Número de plántulas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	3	132.6463	44.2154	1.53	0.2474
Frecuencia	1	132.8850	132.8850	4.60	0.0487
Intensidad	2	17.7245	8.8624	0.31	0.7403
Frec * Int	2	20.6935	10.3468	0.36	0.7047
C.V	56.4549				

9.3.2 Experimento 2: Lotus pedunculatus cv. Maku

9.3.2.1. Producción acumulada de forraje correspondiente a 9 meses de crecimiento (marzo – noviembre 1999)

Cuadro N°69: Rendimiento total de materia seca del Mejoramiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	60179.1	30089.6	0.52	0.6199
Frecuencia	1	4416666.8	4416666.8	76.09	0.0001
Intensidad	1	399270.0	399270.0	5.88	0.0394
Frec * Int	1	135241.5	135241.5	2.33	0.1778
C.V	13.3156				

Cuadro N°70: Rendimiento total de materia seca de Lotus pedunculatus cv. Maku

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	2228.67	1114.34	0.29	0.7615
Frecuencia	1	455843.81	455843.81	116.65	0.0001
Intensidad	1	328818.72	328818.72	84.14	0.0001
Frec * Int	1	6556.22	6556.22	1.68	0.2428
C.V	13.7203				

Cuadro N°71: Rendimiento total de materia seca del Campo natural

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	50213.1	25106.5	0.65	0.5568
Frecuencia	1	2034687.3	2034687.3	52.40	0.0004
Intensidad	1	3416.5	3416.5	0.09	0.7768
Frec * Int	1	82243.6	82243.6	2.12	0.1958
C.V	14.5574				

9.3.2.2. Producción de forraje correspondiente al crecimiento del otoño del año 2000

Cuadro N°72: Rendimiento otoñal de materia seca del mejoramiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	26278.08	13139.04	0.57	0.5910
Frecuencia	1	139793.09	139793.09	6.12	0.0483
Intensidad	1	733.05	733.05	0.03	0.8638
Frec * Int	1	24180.45	24180.45	1.05	0.3434
C.V	16.6227				

Cuadro N°73: Rendimiento otoñal de materia seca de Lotus pedunculatus cv. Maku

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	1716.3512	858.1805	0.91	0.4515
Frecuencia	1	567.6588	567.6588	0.73	0.4258
Intensidad	1	6746.9175	6746.9175	7.16	0.0358
Frec * Int	1	2891.6855	2891.6855	3.07	0.1304
C.V	81.6294				

Cuadro N°74: Rendimiento otoñal de materia seca del Campo natural

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	31074.72	15537.36	0.79	0.4948
Frecuencia	1	120875.59	120875.59	6.17	0.0476
Intensidad	1	11927.80	11927.80	0.61	0.4649
Frec * Int	1	10348.23	10348.23	0.53	0.4948
C.V	16.0542				

Cuadro N°75: Porcentaje de cv. Maku

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	3.8633	1.9316	3.810	0.0854
Frecuencia	1	0.0175	0.0175	0.030	0.8589
Intensidad	1	4.1783	4.1783	8.250	0.02840
Frec * Int	1	2.0276	2.0276	0.0924	0.9240
C.V	40.6098				

9.3.2.3. Producción de la parte subterránea

9.3.1.3.1. Año 1999

Cuadro N°76: Número de puntos de crecimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	190461.167	95230.583	0.05	0.9479
Frecuencia	1	3333.333	3333.333	0.00	0.9667
Intensidad	1	5787963.00	5787963.00	3.28	0.1200
Frec * Int	1	9296.333	9296.333	0.01	0.9445
C.V	30.7602				

Cuadro N°77: Número de coronas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	24598.1667	12299.0833	1.19	0.3664
Frecuencia	1	9296.3333	9296.3333	0.90	0.3791
Intensidad	1	13467.0000	13467.0000	1.31	0.2967
Frec * Int	1	23763.0000	23763.0000	2.30	0.1799
C.V	44.5781				

Cuadro N°78: Largo de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	23.7650	11.8825	0.01	0.9937
Frecuencia	1	1945.5633	1945.5633	1.03	0.3489
Intensidad	1	37.4533	37.4533	0.02	0.8925
Frec * Int	1	669.0133	669.0133	0.35	0.5731
C.V	35.9729				

Cuadro N°79: Largo de rizomas nuevos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	390.5450	190.2725	0.18	0.8374
Frecuencia	1	20.5408	20.5408	0.02	0.8942
Intensidad	1	9.9008	9.9008	0.01	0.9264
Frec * Int	1	1043.4675	1043.4675	0.98	0.3611
C.V	41.4871				

Cuadro N°80: Largo de rizomas viejos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	607.1317	303.5658	1.07	0.4005
Frecuencia	1	1564.0833	1564.0833	5.51	0.0572
Intensidad	1	86.4033	86.4033	0.30	0.6010
Frec * Int	1	41.8133	41.8133	0.15	0.7143
C.V	40.1680				

Cuadro N°81: Peso de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	1951.4801	975.7400	0.21	0.8172
Frecuencia	1	5590.0833	5590.0833	1.20	0.3160
Intensidad	1	0.2296	0.2296	0.00	0.9946
Frec * Int	1	8.9096	8.9096	0.00	0.9666
C.V	43.3277				

Cuadro N°82: Peso de rizomas muertos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	1097.2298	548.6149	2.21	0.1910
Frecuencia	1	1719.8496	1719.8496	6.92	0.0390
Intensidad	1	25.9896	25.9896	0.10	0.7573
Frec * Int	1	173.8885	173.8885	0.70	0.4348
C.V	64.3957				

9.3.1.3.1. Año 2000

Cuadro N°83: Número de puntos de crecimiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	1282648.16 67	64132.0833	2.18	0.1940
Frecuencia	1	26885.3333	26885.3333	0.09	0.7725
Intensidad	1	3032085.33 33	3032085.33 33	10.32	0.0183
Frec * Int	1	15696.3333	15696.3333	0.05	0.8249
C.V	46.5774				

Cuadro N°84: Número de coronas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	20548.6667	10274.3333	2.38	0.1729
Frecuencia	1	833.3333	833.3333	0.19	0.6755
Intensidad	1	89096.3333	89096.3333	20.68	0.0039
Frec * Int	1	2296.3333	2296.3333	0.53	0.4929
C.V	63.9354				

Cuadro N°85: Número de rizomas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	241.7187	120.8293	3.16	0.1152
Frecuencia	1	0.1546	0.1546	0.00	0.9513
Intensidad	1	381.5472	381.5472	9.99	0.0195
Frec * Int	1	8.3273	8.3273	0.22	0.6570
C.V	31.1863				

Cuadro N°86: Largo de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	560.3317	280.1658	3.36	0.1049
Frecuencia	1	52.5008	52.5008	0.63	0.4577
Intensidad	1	646.8008	646.8008	7.76	0.0318
Frec * Int	1	8.8408	8.8408	0.11	0.7558
C.V	61.3152				

Cuadro N°87: Largo de rizomas nuevos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	170.4617	85.2308	3.41	0.1025
Frecuencia	1	30.7200	30.7200	1.23	0.3100
Intensidad	1	248.4300	248.4300	9.94	0.0197
Frec * Int	1	3.8533	3.8533	0.15	0.7081
C.V	49.0854				

Cuadro N°88: Largo de rizomas viejos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	129.8150	64.9075	3.32	0.1072
Frecuencia	1	2.5208	2.5208	0.13	0.7320
Intensidad	1	94.6408	94.6408	4.83	0.0702
Frec * Int	1	23.8008	23.8008	1.22	0.3125
C.V	94.6449				

Cuadro N°89: Peso de rizomas vivos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	612.6268	306.3134	2.84	0.1357
Frecuencia	1	11.3880	11.3880	0.11	0.7563
Intensidad	1	1165.2552	1165.2552	10.80	0.0167
Frec * Int	1	352.4084	352.4084	3.27	0.1208
C.V	56.4132				

Cuadro N°90: Peso de rizomas muertos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	116.0265	58.0132	0.45	0.6581
Frecuencia	1	188.4169	188.4169	1.46	0.2726
Intensidad	1	321.2640	321.2640	2.49	0.1659
Frec * Int	1	79.3102	79.3102	0.61	0.4631
C.V	99.7420				

9.3.2.4. Población de individuos (plantas adultas y plántulas) en el año 2000

Cuadro N°91: Número de plantas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	53.3266	26.6633	2.76	0.1410
Frecuencia	1	0.4561	0.4561	0.05	0.8351
Intensidad	1	115.1316	115.1316	11.94	0.0136
Frec * Int	1	1.0029	1.0029	0.10	0.7581
C.V	21.0537				

Cuadro N°92: Número de plántulas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Pr > F
Bloque	2	8.2304	4.1152	0.12	0.8862
Frecuencia	1	12.4485	12.4485	0.37	0.5638
Intensidad	1	1.2068	1.2058	0.04	0.8555
Frec * Int	1	12.4485	12.4485	0.37	0.5638
C.V	139.8918				