



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**IMPLANTACION DE GRAMINEAS
Y LEGUMINOSAS EN TRES SUELOS
Y TAPICES DE BASALTO**

por

Gervasio María FINOZZI SAUCEDO
Pablo Martín QUINTANA MENDEZ

TESIS

2000

MONTEVIDEO

URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA



IMPLANTACIÓN DE GRAMÍNEAS Y
LEGUMINOSAS EN TRES SUELOS
Y TAPICES DE BASALTO

por

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

Gervasio María FINOZZI SAUCEDO

Pablo Martín QUINTANA MENDEZ

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO

URUGUAY

2000

Tesis aprobada por:

Director: Juan Carlos Millot

Juan Bologna

Jorge Andeón

Fecha: 6 de Setiembre de 2000

Autores: Gervasio María Finozzi Saucedo

Pablo Martín Quintana Mendez

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro director de tesis, Ing. Agr. Juan Carlos Millot, por sus invalorable aportes en éste trabajo.
- Al Ing. Agr. Juan Bologna, permanente guía durante todo el trabajo, quien nos evacuó muchas dudas y de quien aprendimos mucho.
- A los integrantes de la Unidad de Pasturas de la estación experimental San Antonio, Salto; Ing. Agr Jorge Andión y Teresa Rodríguez por su ayuda en realizar el trabajo a campo.
- A Juan Villamor, propietario del establecimiento que estuvo a nuestra disposición siempre.
- A la Ing. Agr Mónica Cadenassi por la confección del análisis estadístico.
- A la Ing Agr Celmira Saravia por su colaboración en la elaboración de los balances hídricos.
- A nuestras familias, permanentes sostén en horas difíciles.
- A nuestros amigos, que siempre tuvieron una voz de aliento.
- A las personas que de una u otra forma colaboraron en poder realizar éste trabajo.

DEDICATORIA

- A nuestros padres.
- Al abuelo “Pancho”, al tío Richard, al tío Beto y al tío Danilo que estarán presentes siempre.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
TABLA DE CONTENIDO	IV
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 REGION BASALTICA	3
2.1.1 <u>Generalidades</u>	3
2.1.2 <u>Clima</u>	3
2.1.2.1 Temperatura	4
2.1.2.2 Precipitación	4
2.1.3 <u>Suelos</u>	5
2.1.3.1 Suelos superficiales	5
2.1.3.2 Suelos profundos	5
2.1.4 <u>Vegetación</u>	6
2.1.5 <u>Producción y estacionalidad</u>	8
2.2 CARACTERISTICAS DE LOS MEJORAMIENTOS EXTENSIVOS EN BASALTO	13
2.2.1 <u>Tecnologías disponibles</u>	13
2.2.1.1 Especies	13
2.2.1.2 Fertilización	16
2.2.1.3 Acondicionamiento del tapiz	18
2.2.1.3.1 Pastoreo	18
2.2.1.3.2 Quema	19
2.2.1.3.3 Herbicida	19
2.2.1.3.4 Laboreo	20
2.3 ETAPAS DE LA IMPLANTACION	21
2.3.1 <u>Germinación y emergencia</u>	21
2.3.2 <u>Establecimiento</u>	22
2.3.3 <u>Influencia del microambiente en el proceso de implantación</u>	23
2.3.4 <u>Factores de competencia</u>	25
2.3.4.1 Nutrientes	26
2.3.4.2 Agua	26
2.3.4.3 Luz	26
2.4 ESPECIES EVALUADAS	27
2.4.1 <u>Lotus corniculatus</u>	27
2.4.2 <u>Lotus subbiflorus</u>	28
2.4.3 <u>Lotus tenuis</u>	29
2.4.4 <u>Lotus pedunculatus</u>	30

2.4.5	<u>Trifolium alexandrinum</u>	32
2.4.6	<u>Trifolium vesiculosum</u>	32
2.4.7	<u>Ornithopus compressus</u>	33
2.4.8	<u>Trifolium pratense</u>	33
2.4.9	<u>Trifolium repens</u>	34
2.4.10	<u>Lolium multiflorum</u>	37
2.4.11	<u>Festuca arundinacea</u>	38
2.4.12	<u>Dactylis glomerata</u>	39
2.4.13	<u>Bromus auleticus</u>	40
3	<u>MATERIALES Y METODOS</u>	43
3.1	UBICACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	43
3.2	CARACTERISTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL	43
3.3	CARACTERISTICAS DEL PERIODO EXPERIMENTAL	44
3.4	BALANCE HIDRICO	46
3.5	COMPOSICION BOTANICA	47
3.6	TRATAMIENTOS	48
3.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO	49
3.7.1	<u>Tratamiento del tapiz</u>	49
3.7.2	<u>Tratamiento de la semilla</u>	50
3.7.3	<u>Siembra</u>	50
3.7.4	<u>Fertilización</u>	51
3.8	REGISTRO DE DATOS	51
3.9	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO	52
4	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	53
4.1	COBERTURA DEL SUELO	53
4.1.1	<u>Suelo superficial</u>	53
4.1.2	<u>Suelo medio</u>	54
4.1.3	<u>Suelo profundo</u>	54
4.2	COMPOSICION BOTANICA	55
4.2.1	<u>Suelo superficial</u>	55
4.2.2	<u>Suelo medio</u>	57
4.2.3	<u>Suelo profundo</u>	58
4.3	BALANCE HIDRICO	61
4.3.1	<u>Suelo superficial</u>	61
4.3.2	<u>Suelo medio</u>	62
4.3.3	<u>Suelo profundo</u>	63
4.3.4	<u>Comparación entre sitios</u>	65
4.4	IMPLANTACION	65
4.4.1	<u>Suelo superficial</u>	67
4.4.1.1	Leguminosas	68
4.4.1.2	Gramíneas	70
4.4.2	<u>Suelo medio</u>	71

4.4.2.1 Leguminosas	72
4.4.2.2 Gramíneas	74
<u>4.4.3 Suelo profundo</u>	75
4.4.3.1 Leguminosas	76
4.4.3.2 Gramíneas	77
<u>4.4.4 Comparación entre sitios</u>	79
4.4.4.1 Leguminosas	80
4.4.4.1.1 Trébol blanco	80
4.4.4.1.2 Trébol rojo	81
4.4.4.1.3 <i>Lotus tenuis</i>	82
4.4.4.1.4 <i>Lotus corniculatus</i>	83
4.4.4.1.5 <i>Lotus pedunculatus</i>	83
4.4.4.1.6 <i>Lotus subbiflorus</i>	85
4.4.4.1.7 <i>Ornithopus compressus</i>	85
4.4.4.1.8 <i>Trifolium alexandrinum</i>	85
4.4.4.1.9 <i>Trifolium vesiculosum</i>	86
4.4.4.2 Gramíneas	86
4.4.4.2.1 <i>Festuca arundinacea</i>	86
4.4.4.2.2 <i>Bromus auleticus</i>	87
4.4.4.2.3 <i>Dactylis glomerata</i>	87
4.4.4.2.4 <i>Lolium multiflorum</i>	88
4.5 DINAMICA POBLACIONAL	88
<u>4.5.1 Leguminosas</u>	89
4.5.1.1 Trébol blanco	89
4.5.1.1.1 Cultivar Zapicán	90
4.5.1.1.2 Cultivar Sustain	92
4.5.1.1.3 Cultivar Prop	93
4.5.1.1.4 Cultivar Bayucúa	95
4.5.1.1.5 Cultivar Dusi	97
4.5.1.2 Trébol rojo	98
4.5.1.2.1 Cultivar Estanzuela 116	98
4.5.1.2.2 Cultivar Redquelí	100
4.5.1.3 <i>Lotus pedunculatus</i>	101
4.5.1.3.1 Cultivar Sunrise	102
4.5.1.3.2 Cultivar Maku	104
4.5.1.3.3 Cultivar LT2	106
4.5.1.4 <i>Lotus subbiflorus</i>	107
4.5.1.5 <i>Lotus tenuis</i>	109
4.5.1.6 <i>Lotus corniculatus</i>	110
4.5.1.7 <i>Ornithopus compressus</i> , <i>Trifolium alexandrinum</i> y <i>Trifolium vesiculosum</i>	112
<u>4.5.2 Gramíneas</u>	115
4.5.2.1 <i>Dactylis glomerata</i>	115
4.5.2.2 <i>Festuca arundinacea</i>	117

4.5.2.3 <i>Lolium multiflorum</i>	118
4.5.2.4 <i>Bromus auleticus</i>	120
4.6 SOBREVIVENCIA ESTIVAL	121
4.6.1 <u>Porcentaje de sobrevivencia estival</u>	122
4.6.1.1 Leguminosas	122
4.6.1.1.1 Trébol blanco	122
4.6.1.1.2 Trébol rojo	124
4.6.1.1.3 <i>Lotus pedunculatus</i>	125
4.6.1.1.4 <i>Lotus corniculatus</i>	126
4.6.1.1.5 <i>Lotus tenuis</i>	127
4.6.1.1.6 <i>Lotus subbiflorus</i>	127
4.6.1.1.7 <i>Ornithopus compressus</i> , <i>Trifolium vesiculosum</i> y <i>Trifolium alexandrinum</i>	128
4.6.1.2 Gramíneas	128
4.6.1.2.1 <i>Festuca arundinacea</i>	128
4.6.1.2.2 <i>Dactylis glomerata</i>	129
4.6.1.2.3 <i>Bromus auleticus</i>	129
5- <u>CONCLUSIONES</u>	131
6- <u>RESUMEN</u>	134
7- <u>SUMMARY</u>	135
8- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	136
9- <u>ANEXOS</u>	143

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N°	Página
1. Precipitaciones mensuales promedio (mm) en las estaciones meteorológicas de Artigas, Salto y Tacuarembó (período 1961-1990)	4
2. Análisis botánico y suelo descubierto de pasturas naturales sobre suelos de Basalto. (%)	7
3. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) por estación de suelos superficiales pardo-rojizos (media del período 1980-1994)	9
4. Distribución estacional (%) de la producción de forraje del suelo superficial pardo-rojizo (media del período 1980-1994)	9
5. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) por estación de suelos superficiales negro (media del período 1980-1994)	9
6. Distribución estacional (%) de la producción de forraje del suelo superficial negro (media del período 1980-1994)	10
7. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) por estación de suelo profundo (media del período 1980-1994)	10
8. Distribución estacional (%) de la producción de forraje del suelo profundo (media del período 1980-1994)	10
9. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo superficial pardo-rojizo	11
10. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) y coeficiente de variación (%)	

del crecimiento estacional del suelo superficial negro	11
11. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo de profundidad media	12
12. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/ha/día) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo profundo	12
13. Distribución del P disponible (P_2O_5 , ppm, Bray I) en perfiles de suelo sobre basalto.	43
14. Promedio mensual de temperatura, precipitación y evapotranspiración (serie histórica 1976-1999)	44
15. Registros mensuales de temperatura, precipitación y evapotranspiración del periodo experimental (enero 1998-marzo 1999)	44
16. Densidades de siembra y análisis de la semilla	50
17. Frecuencia, contribución, tipo productivo, hábito de crecimiento y ciclo productivo de especies en el suelo superficial	55
18. Frecuencia, contribución, tipo productivo, hábito de crecimiento y ciclo productivo de especies en el suelo medio	57
19. Frecuencia, contribución, tipo productivo, hábito de crecimiento y ciclo productivo de especies en el suelo profundo.	59
20. Déficit y excesos totales (mm) en los diferentes suelo estudiados.	65
21. Valores de $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación en siembras en cobertura sobre basalto obtenido por diferentes autores	66
22. $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación para leguminosas y gramíneas en suelo Superficial	67
23. $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación para gramíneas en suelo superficial	70
24. $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación para leguminosas y gramíneas en suelo Medio	71
25. $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación para gramíneas en suelo medio	74
26. $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación para leguminosas y gramíneas en suelo profundo.	75
27. $N^{\circ} \text{Pl/m}^2$ y % de implantación para gramíneas en suelo profundo	78
28. Diferencias significativas entre suelos para los cultivares de trébol blanco	80
29. Diferencias significativas entre suelos para los cultivares de trébol rojo	82
30. Diferencias significativas entre suelos para <i>Lotus tenuis</i>	83
31. Diferencias significativas entre suelos para <i>Lotus corniculatus</i>	83
32. Diferencias significativas entre suelos para los cultivares de <i>Lotus pedunculatus</i>	84
33. Diferencias significativas entre suelos para <i>Lotus subbiflorus</i>	85
34. Diferencias significativas entre suelos para <i>Ornithopus compressus</i>	85
35. Diferencias significativas entre suelos para <i>Trifolium alexandrinum</i>	86
36. Diferencias significativas entre suelos para <i>Trifolium vesiculosum</i>	86
37. Diferencias significativas entre suelos para <i>Festuca arundinacea</i>	86
38. Diferencias significativas entre suelos para <i>Bromus auleticus</i>	87
39. Diferencias significativas entre suelos para <i>Dactylis glomerata</i>	88
40. Diferencias significativas entre suelos para <i>Lolium multiflorum</i>	88
41. Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	91
42. Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	93
43. Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	94
44. Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	96
45. Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones	

de ajuste.	98
46. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	99
47. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	101
48. Evolución de la densidad de tallos/m ² en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	103
49. Evolución de la densidad de tallos/m ² en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	105
50. Evolución de la densidad de tallos/m ² en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	106
51. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	108
52. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	109
53. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	111
54. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	113
55. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	114
56. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	115
57. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	116
58. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	117
59. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	119
60. Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.	120
61. Porcentaje de sobrevivencia estival de las especies estudiadas en los tres ambientes.	122
62. Diferencias estadísticas entre suelos para los cultivares de trébol blanco (% sobrevivencia estival)	123
63. Diferencias estadísticas entre suelos para los cultivares de trébol rojo (% sobrevivencia estival)	124
64. Diferencias estadísticas entre suelos para los cultivares de <i>Lotus pedunculatus</i> (% sobrevivencia estival)	126
65. Diferencias estadísticas entre suelos para <i>Lotus corniculatus</i> (% sobrevivencia estival)	126
66. Diferencias estadísticas entre suelos para <i>Lotus tenuis</i> (% sobrevivencia estival)	127
67. Diferencias estadísticas entre suelos para <i>Lotus subbiflorus</i> (% sobrevivencia estival).	127
68. Diferencias estadísticas entre suelos para <i>Festuca arundinacea</i> (% sobrevivencia estival)	128
69. Diferencias estadísticas entre suelos para <i>Dactylis glomerata</i> (% sobrevivencia estival)	129
70. Diferencias estadísticas entre suelos para <i>Bromus cauleticus</i> (% sobrevivencia estival)	129

Figura N°	Página
1. Temperaturas mensuales (°C) para la serie histórica y período experimental	45
2. Precipitaciones mensuales (mm) para la serie histórica y período Experimental	46
3. % de suelo desnudo, resto seco y vegetación del suelo superficial	53
4. % de suelo desnudo, resto seco y vegetación del suelo medio	54
5. % de suelo desnudo, resto seco y vegetación del suelo profundo	54
6. Presencia de los diferentes grupos morfotaxonómicos en el suelo superficial	56
7. Presencia de los diferentes grupos morfotaxonómicos en el suelo medio	58
8. Presencia de los diferentes grupos morfotaxonómicos en el suelo profundo	60
9. Balance hídrico climático del suelo superficial	61
10. Balance hídrico seriado del suelo superficial	62
11. Balance hídrico climático del suelo medio	63
12. Balance hídrico seriado del suelo medio	63
13. Balance hídrico climático del suelo profundo	64
14. Balance hídrico seriado del suelo profundo	64
15. Porcentaje de implantación del género <i>Lotus</i> y <i>Ornithopus</i> en suelo Superficial	69
16. Porcentaje de implantación del género <i>Trifolium</i> en suelo superficial	69
17. Porcentaje de implantación de Gramíneas en suelo superficial	70
18. Porcentaje de implantación del género <i>Lotus</i> y <i>Ornithopus</i> en suelo medio	73
19. Porcentaje de implantación del género <i>Trifolium</i> en suelo medio	73

20. Porcentaje de implantación de Gramíneas en suelo medio	74
21. Porcentaje de implantación del género Lotus y Ornithopus en suelo Profundo.	77
22. Porcentaje de implantación del género Trifolium en suelo profundo.	77
23. Porcentaje de implantación de Gramíneas en suelo profundo.	78
24. Porcentaje de implantación para las dos familias en los ambientes estudiados	79
25. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Zapicán en tres suelos de Basalto	91
26. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Sustain en tres suelos de basalto	92
27. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Prop en tres suelos de basalto	94
28. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Bayucúa en tres suelos de basalto	96
29. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Dusi en tres suelos de Basalto	97
30. Evolución del N° de plantas/m ² del cv. E 116 en tres suelos de basalto	99
31. Evolución del N° de plantas/m ² del cv. Redqueli en tres suelos de basalto	100
32. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Sunrise en tres suelos de basalto	103
33. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. Maku en tres suelos de basalto	105
34. Evolución del N° de plantas/m ² y puntos de crecimiento del cv. LT2 en tres suelos de basalto	106
35. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Lotus subbiflorus</i> en tres suelos de basalto	108
36. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Lotus tenuis</i> en tres suelos de basalto	109
37. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Lotus corniculatus</i> en tres suelos de Basalto.	111
38. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Trifolium vesiculosum</i> en tres suelos de Basalto.	112
39. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Trifolium alexandrinum</i> en tres suelos de Basalto.	113
40. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Ornithopus compressus</i> en tres suelos de basalto	114
41. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Dactylis glomerata</i> en tres suelos de basalto	116
42. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Festuca arundinacea</i> en tres suelos de basalto	117
43. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Lolium multiflorum</i> en tres suelos de basalto	119
44. Evolución del N° de plantas/m ² de <i>Bromus auleticus</i> en tres suelos de basalto	120

El presente trabajo pertenece al Proyecto Evaluación del impacto de la introducción de poblaciones con alto potencial productivo en tapices naturales desarrollados sobre suelos de Basalto correspondiente a la Unidad de Pasturas, teniendo por objetivos generales:

- a) Describir la implantación, dinámica poblacional y estrategias de persistencia de especies (gramíneas y leguminosas) introducidas en tapices naturales.
- b) Determinar el efecto sucesivo de diferentes años climáticos sobre la productividad de pasturas naturales y mejoradas.

Este experimento en particular se desarrolló sobre suelos de Basalto, con fines de generar información tecnológica ajustada para la región y también información básica extrapolable a otras áreas. Cabe destacar que los datos generados corresponden a un año de evaluación y que actualmente se repite el ensayo como forma de incluir el efecto año a través del tiempo.

2- REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1- REGION BASALTICA.

2.1.1- Generalidades.

La región basáltica se extiende por los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Tacuarembó, Rivera y Durazno, abarcando una superficie de 4.100.000 hás (M.A.P, 1979), siendo la más extensa zona del Uruguay (21%). Cuenta con más del 30% de los productores ganaderos y sobre ella se desarrolla gran parte de la ganadería bovina (17% del total de bovinos) y la mayor proporción de la ganadería ovina nacional (36% del total de los ovinos). La región se orienta hacia el sector criador, siendo un 73% del total de vacunos destinados a la cría y el 27% restante a la recría e invernada (DICOSE, 1997).

El número de productores es de 5.400, de los cuales un 52% tienen predios con superficie menores a las 200 hás y ocupan el 4% del área. Esto significa que el 96% del área está concentrada en predios mayores a ésta superficie. Los establecimientos ganaderos que superan las 1000 hás son el 18% y cubren el 71% del área (Berreta, E; Paolino, C; 1998).

La región basáltica se caracteriza fundamentalmente por estar asociada a sistemas extensivos de producción ganadera de baja productividad e inversión, y a pesar de los bajos rendimientos históricos obtenidos, dada su extensión significan un alto volumen del producto nacional (Bemhaja, 1998).

Los suelos de la región basáltica tienen su origen en materiales geológicos derivados de basalto, rocas efusivas vacuolares o masivas, derramados en varias capas en la era Mesozoica. Los principales constituyentes de la misma son feldespatos y minerales ferromagnesianos. Estos materiales dan origen a tres tipos fundamentales de suelo: suelos superficiales pardo-rojizos, superficiales negros y profundos (Bemhaja; 1996).

2.1.2 - Clima

El Uruguay se caracteriza por poseer un clima subtropical templado con fluctuaciones estacionales muy marcadas (Berreta, 1998). Según Corsi (1978) el clima es considerado como subhúmedo, debido a que la evapotranspiración potencial en verano es mayor que las precipitaciones, lo que ocasiona deficiencias de agua en el suelo.

2.1.2.1- Temperatura

El Uruguay presenta una temperatura media anual de 19°C en el Norte y 16°C en el Sureste. En el mes más cálido (enero) la temperatura fluctúa entre 22° y 27° en el Sureste y Norte respectivamente, mientras en el mes más frío (julio) se encuentran temperaturas medias de 11°C en el Sur y 14°C en el Norte (Corsi, 1975).

Durante las estaciones de otoño e invierno ocurren temperaturas por debajo de 0°C, pero por períodos relativamente cortos. Existe en promedio unas 40 heladas agrometeorológicas al año, aunque éste valor es variable a través de los años. En la región el período libre de heladas es algo superior a los 300 días, aunque en algunos años no se registran heladas en la parte norte.

2.1.2.2- Precipitaciones.

Las precipitaciones medias anuales en la región basáltica varían entre 1100 y 1300 mm, aumentando de Sur a Norte (Berreta, 1998). No existe una estación lluviosa típica, aunque en otoño y primavera se registran volúmenes algo mayores al resto del año (Corsi, 1978). Las precipitaciones se caracterizan por grandes variaciones interanuales, aunque se pueden distribuir regularmente durante el año. Por lo general, el verano es la estación de mayores precipitaciones, particularmente en la zona norte (Berreta, 1998).

Cuadro 1- Precipitaciones mensuales promedio (mm) en las Estaciones Meteorológicas de Artigas, Salto y Tacuarembó. (Período 1961-1990).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Artigas	135,4	169,3	151,3	119,3	111	81,1	101,6	87,1	113,4	137,1	126,5	119,5	1453
Salto	116,1	131,6	152,8	125,5	98,7	80,6	73,3	70,3	106,5	118	129,1	119,5	1322
Tbó	116,7	122,5	127	107,8	101,3	84,1	108,1	88	121,6	118,3	113,1	95,7	1304

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología.

Las variaciones tanto en periodicidad como en intensidad de las precipitaciones son las que determinan sequías e inundaciones en distintas estaciones del año. Esta irregularidad es la principal causa de problemas en la producción de pasturas.

La evapotranspiración potencial anual es de alrededor de 1350mm en Artigas y Salto, y de 1250 mm en Tacuarembó, con el máximo en diciembre y enero y el mínimo en junio (Berreta, 1998).

Los suelos superficiales tienen una capacidad promedio de almacenaje de agua de 50mm, por lo que la falta de agua comienza en octubre y se prolonga hasta marzo. En cambio, en los suelos profundos la capacidad máxima puede estimarse en 200 mm, por

lo que el período de déficit comienza mas tarde y se extiende hasta marzo o abril. Si bien en los suelos superficiales se considera un almacenamiento de 50 mm, la morfología y fisiología de las especies de estos suelos mantienen su producción por períodos mayores a los déficit nombrados. Debido a éstas variaciones el crecimiento de las pasturas, tanto naturales como cultivadas son afectadas particularmente por los déficit hídricos y en menor medida por las temperaturas (Berreta; 1998).

2.1.3 .- Suelos

Los suelos de ésta región se han originado a partir de derrames basálticos que dieron lugar a las formaciones Arapey (basaltos toleíticos) y Puerto Gómez (basaltos espiliticos). Según su grado de desarrollo se los puede agrupar en suelos superficiales y profundos. Estos diferentes tipos de suelos se asocian en distintas proporciones; dentro de una misma unidad, dando lugar a un intrincado mosaico, con cambios notables en cortas distancias. La profundidad del suelo varía desde la roca desnuda hasta aproximadamente un metro (Berreta; 1998)

2.1.3.1- Suelos superficiales.

Dentro de estos suelos se encuentran los Litosoles. Son suelos con un perfil incompletamente desarrollados en los que en la mayoría de los casos el horizonte superficial, menor a 30 cm, se apoya sobre el horizonte C o sobre la roca (Berreta; 1998).

Su uso es pastoril, principalmente usado en la cría de vacunos y ovinos, con baja capacidad de retención de agua y por ende alto riesgo de sequía. El reducido espesor del suelo, la pedregosidad y el alto riesgo de sequía y erosión limitan el cultivo de éstos suelos (Durán, 1985).

2.1.3.2- Suelos profundos.

Los tipos de suelos medianamente profundos y profundos que se encuentran en la región basáltica son Brunosoles y Vertisoles, que se asocian en proporciones variables con los suelos superficiales. Son suelos con perfil desarrollado y de color pardo oscuro o negro, alta fertilidad natural y una profundidad que puede ser mayor a un metro (Berreta; 1998).

Los Brunosoles son destinados a la ganadería vacuna y ovina, y en menor proporción a cultivos de cereales y forraje. Poseen una adecuada profundidad para el desarrollo radicular y una alta capacidad de retención de agua. El contenido de materia orgánica es alto o medio en condiciones naturales, pero tiende a disminuir cuando son cultivados. Son suelos con niveles de fósforo bajos y además tienen una capacidad media de fijación de éste elemento (Duran; 1985).

En cambio los Vertisoles se caracterizan por estar constituidos por arcillas expansivas (montmorillonita) y presentar un microrelieve de montículos y depresiones, generalmente de diámetro menor a un metro. La vegetación que se desarrolla en las depresiones está compuesta por especies más productivas y de mejor calidad que el de los montículos.

Tienen profundidad suficiente para el desarrollo radicular y alta capacidad de retención de agua. El contenido de materia orgánica es elevado en el horizonte superficial. El contenido de fósforo es bajo, con una capacidad de fijación media. Los cambios en el contenido de humedad del suelo provocan fenómenos de contracción y expansión, debido a las arcillas expansivas, que causan un agrietamiento del suelo que modifican los mecanismos de pérdidas y ganancias de agua. Desde el punto de vista ganadero son campos algo húmedos o fríos en invierno (Durán, 1985).

2.1.4- Vegetación.

La composición botánica de una pastura es uno de los factores más relevantes en el comportamiento de animales a pastoreo. Las diferentes especies presentes en un tapiz, así como la relación entre las mismas, será un factor determinante del rendimiento total y estacional del forraje, así como de la manera en que éste es afectado por el pastoreo.

La vegetación dominante en la región basáltica es herbácea, siendo los arbustos y árboles muy poco frecuentes; éstos últimos forman bosques en las orillas de los ríos y arroyos. La vegetación herbácea está compuesta por una mayoría de especies de gramíneas perennes, mientras que las leguminosas nativas son muy poco frecuentes; se encuentra también un número elevado de especies de otras familias botánicas: compuestas, umbelíferas, ciperáceas, juncáceas, etc., pero con frecuencia reducida, excepto en hábitats particulares (Berreta, 1998).

El componente gramínea está constituido por dos grupos fundamentales: especies invernales (tipo C3) y estivales (tipo C4), que consideran los períodos productivos e improductivos, los cuales corresponden a los de actividad y reposo respectivamente, debiéndose tener en cuenta que en otoño y primavera la mayoría de las especies más importantes están activas (Carámbula, 1996).

Los tapices presentan una predominancia de especies estivales sobre las especies invernales (cuadro 2) lo que lleva por lo tanto a una tendencia generalizada de disponer de una mayor producción de forraje en el período primavero-estivo-otoñal (Carámbula, 1996)

Cuadro 2. Análisis botánico y suelo descubierto de pasturas naturales sobre suelos de basalto (%).

	S.S. Rojo	S.S.Negro	S. Profundo
Gram. Estivales	50.9	46.5	49.5
Gram. Invernales	10.8	13.4	12.8
Leguminosas	0.8	1.9	3.8
Malezas	10.0	5.2	5.8
Restos Secos	9.4	16.0	15.1
Suelo descubierto	18.1	16.6	13.0

Fuente: Castro, E., 1980.

La abundancia de especies de tipo C4 (estivales) en las pasturas de la región sería provocada por la razón de que éstas plantas usan más eficientemente el nitrógeno y el agua que las especies de tipo C3 (invernales) y en consecuencia poseen una mayor adaptación a suelos de baja fertilidad y sequía. El hecho de que los suelos más fértiles y profundos son los que ofrecen una distribución estacional más equilibrada, con una entrega invernal de forraje relativamente superior a los suelos pobres, confirma éste comportamiento (Carámbula, 1996).

En los suelos superficiales las C3 tienen frecuencia relativamente elevada pero son hierbas enanas y pastos ordinarios de baja producción, mientras que en los suelos de mayor profundidad se encuentran pastos finos invernales (Berreta, 1998). Según Millot *et al* (1987), sobre éstos suelos, son característicos los tapices más abiertos, con suelos desnudos e invasión de malezas enanas – *Dichondra*, *Evolvulus*, *Gnaphalium*, *Richardia*, *Chevreulia*, *E. Nudicaule*-, y se desarrollan las pasturas con menor potencial de ésta zona. Predominan especies anuales invernales – *Vulpia*, *Hordeum*, *Koeleria*, *Briza*- y perennes invernales enanas, especialmente del género *Aristida* – *A. venustula*, *A. laevis*-, así como perennes estivales de escaso volumen y productividad– *Microchloa indica*, *Chloris grandiflora*, *Schizachyrium spicatum*, *Andropogon sp.*

Estas se asocian a *Paspalum notatum* poco vigoroso por el sobre pastoreo y sujeto a condiciones extremas de déficit hídrico y altas temperaturas. La escasa contribución de biomasa de las pasturas de suelos superficiales tiene distribución invernal.

En los suelos de mayor profundidad y fertilidad la vegetación está compuesta por especies de mayor productividad y calidad, apetecibles por los animales, aunque en algunos hábitats los pastos duros, rechazados por los animales, pueden ser dominantes (Berreta, 1998). La vegetación nativa de éstos suelos está formada por gramíneas perennes estivales (49.5%) e invernales (12.8%), con baja incidencia de leguminosas (3.8%) y malezas (5.8%) y con una producción de forraje marcadamente primavero-estival (Castro, 1980; Bemhaja *et al.*, 1983; Berreta, 1990; citado por Bemhaja, 1995).

En general muestran un gran potencial productivo, dado el bajo nivel de degradación y el equilibrio de las especies estivales/invernales observada.

Presentan un alto número de especies perennes invernales de buena calidad y productividad (*Stipa setigera*, *Poa lanigera*, *Briza triloba* y *Bromus auleticus*) cuya frecuencia suele estar un poco restringida como consecuencia del manejo actual (Millot *et al*, 1987).

Estos tapices son usualmente cerrados aún en condiciones de pastoreos continuo y da lugar en algunos casos a la presencia exclusiva de *Paspalum notatum*, *Axonopus spp* y malezas enanas, denotando la pérdida relativa de muchas especies de mayor calidad y potencial productivo, con hábitos de crecimiento no tolerantes al sobrepastoreo (*Paspalum dilatatum*, *Coelorachis*, *Botriochloa*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium bicolor*, *Bromus auleticus*, *Poa lanigera*, *Briza triloba*, etc). Estos quedan protegidos en la doble estructura del tapiz característico del basalto permitiendo una reacción favorable al cambio de manejo.

Los suelos superficiales son muy sensibles a los déficit hídricos, reduciéndose rápidamente la producción de forraje cuando comienza a faltar el agua, mientras que en los de mayor profundidad ésta reducción es más lenta. Cuando se restablecen las condiciones de humedad adecuada, los superficiales reinician su crecimiento rápidamente, con tasas de crecimiento superiores a las de los profundos. (Berreta, 1998).

2.1.5- Producción y estacionalidad

Estudios realizados por Berreta y Bemhaja en suelos de las unidades Queguay Chico e Itapebí-Tres Arboles citan datos de producción y estacionalidad de comunidades naturales de una serie de años (1980-1994). Las evaluaciones de campo natural fueron echas sobre suelos superficiales pardo-rojizos, superficiales negros, medios y profundos, donde se instalaron jaulas de exclusión móviles.

Dentro de la Unidad Queguay Chico los autores encontraron en los suelos superficiales pardos rojizos una gran variabilidad en la tasa de crecimiento diario (T.C.D) estacional, tanto entre y dentro de estaciones. Las estaciones de mayor crecimiento son verano (diciembre, enero y febrero) y primavera (setiembre, octubre y noviembre), mientras que el invierno (junio, julio y agosto) se registra el menor crecimiento. (Cuadro 3).

También señalan que la mayor variabilidad dentro de estaciones se presenta en verano e invierno, siendo la menor en primavera.

La producción total anual promedio para éste período fue de 2885 Kg MS/há, registrándose la mayor producción, 4835 Kg MS/há, en 1986 y 1412 Kg MS/há en el año de menor producción (1989).

Cuadro 3. Tasa de crecimiento diario (Kg MS/há/día) por estación de suelos superficiales pardo-rojizos (media del periodo 1980-1994).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	10.1	6.8	4.9	9.9
DesvíoTípico	4.9	2.9	2.5	3.9
C.V. (%)	49	43	51	40

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M; 1998.

Las estaciones de mayor importancia productiva son primavera y verano, donde se produce más del 60% del forraje anual (Cuadro 4), siendo la menor concentración en invierno.

Cuadro 4: Distribución estacional (%) de la producción de forraje del suelo superficial pardo rojizo (media del periodo 1980-1994)

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	31,4	21,1	15,7	31,7
Desvio Típico	12,8	6,0	5,8	9,8
C.V. (%)	41	28	37	31

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M, 1998.

En cuanto al suelo superficial negro Berreta y Bemhaja señalan que también existe una gran variabilidad en la T.C.D. estacional, tanto dentro como entre estaciones. Al igual que en el caso anterior las estaciones de mayor crecimiento son verano y primavera, mientras que en invierno se registra el menor crecimiento (cuadro 5)

Cuadro 5- Tasa de crecimiento diario(Kg MS/há/día) por estación del suelo superficial negro (media del periodo 1980-1994).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	13,6	8,8	6,1	13,0
Desvío Típico	5,9	3,6	2,4	4,3
C.V.(%)	43	41	40	33

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M, 1998.

La mayor variabilidad dentro de las estaciones se da en verano e invierno, siendo la menor en primavera. Estos suelos presentan una producción promedio anual de 3772 Kg MS/há, con un máximo de 5443 Kg MS/há en 1985 y un mínimo de 2330 Kg MS/há en 1982. La mayor producción del suelo superficial negro con respecto al anterior se debe a la presencia de una vegetación más densa y con especies más productivas.

En cuanto a la estacionalidad, se produce más del 64% del forraje anual en las estaciones de primavera y verano, y al igual que en el suelo anterior, el invierno concentra la menor producción (Cuadro 6).

Cuadro 6- Distribución estacional (%) de la producción de forraje del suelo superficial negro (media del período 1980-1994).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	32,1	21,0	14,9	32,0
Desvío Típico	11,5	5,5	5,1	9,6
C.V.(%)	36	26	34	30

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M, 1998.

Los suelos profundos de Queguay Chico siguen la misma tendencia que los otros suelos, presentan una gran variabilidad en la TCD estacional (Cuadro 7)

Cuadro 7- Tasa de crecimiento diario (Kg MS/Há/día) por estación del suelo profundo (media del período 1980-1994).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	17,2	10,9	7,3	14,8
Desvío Típico	7,8	4,2	3,1	4,4
C.V.(%)	45	38	42	30

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M; 1998.

La estación más estable es la primavera y las más variables son verano e invierno. La producción total anual para el período en estudio fue de 4576 Kg MS/há, siendo la mayor producción de 6646 Kg MS/há (1991), y la menor 3204 Kg MS/há (1989). Estos mayores valores están relacionados a una vegetación más densa, con alta frecuencia de especies más productivas y vigorosas que en los suelos de menor profundidad y fertilidad.

Primavera y verano siguen concentrando la producción anual, siendo más del 63%, y el invierno continúa siendo el de menor aporte (Cuadro 8).

Cuadro 8- Distribución estacional (%) de la producción de forraje del suelo profundo (media del período 1980-1994).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Media	33,2	21,5	15,1	30,1
Desvío Típico	12,0	6,3	6,4	8,8
C.V.(%)	36	29	42	29

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M, 1998.

En cuanto a la unidad Itapebí-Tres Arboles, Berreta reportó que en los suelos superficiales pardo-rojizos las estaciones de mayor crecimiento son otoño y primavera, mientras que el invierno es la de menor crecimiento (Cuadro 9).

Cuadro 9- Tasa de crecimiento diario (KgMS/há/día) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo superficial pardo rojizo.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
TCD	5.74	9.12	4.49	13.36
Desvío Típico	2.24	4.01	2.11	6.01
C.V.(%)	39	43.9	47	45

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M 1998

La alta tasa de crecimiento registrada en otoño se corresponde particularmente a los dos primeros meses de esta estación. Invierno es la estación más variable, mientras verano la menos variable. Esta variabilidad puede estar relacionada a la rápida reacción de las vegetaciones de éstos suelos a la falta de agua y a la desaparición del déficit hídrico, mientras que en el invierno las oscilaciones de la temperatura son las causantes de la variabilidad.

Primavera es la estación que concentra la mayor producción anual (41%), el otoño (28%), en el verano se produce un 17% y en el invierno 14%. La producción anual alcanza los 2996 Kgs MS/há.

Al igual que en el suelo anterior, la primavera y otoño son las estaciones de mayor crecimiento en los suelos superficiales negros, en cambio los crecimientos de verano e invierno presentan tasas inferiores a las de los suelos de mayor profundidad.

La mayor variabilidad se observa en verano y primavera, siendo el otoño más estable. El mayor crecimiento otoñal observado, mayor al del suelo pardo rojizo es debido quizás a la relativa mayor capacidad de almacenaje de agua y la vegetación con especies invernales más productivas (cuadro 10). La producción anual de este suelo es de 3737 KgMS/há.

Cuadro 10- Tasa de crecimiento diario (KgMS/há/día) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo superficial negro.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
TCD	5.78	12.98	5.96	16.09
Desvío Típico	2.55	1.34	2.06	6.63
C.V.(%)	44.1	10.3	34.6	41.2

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M 1998

En los suelos medios, las mayores tasas de crecimiento se produjeron en otoño y primavera, el invierno reporta el menor crecimiento (Cuadro 11). Las altas tasas de crecimiento de otoño y primavera se deben mas que nada a los mayores crecimientos de los primeros meses de otoño y a los dos últimos de primavera

Cuadro 11- Tasa de crecimiento diario (KgMS/há/ida) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo de profundidad media.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
TCD	7.86	10.27	6.32	19.10
Desvío Típico	3.58	4.07	2.01	5.41
C.V.(%)	39.0	43.9	47.0	45.0

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M 1998

El verano es la estación más estable, mientras que la variabilidad de las otras tres estaciones son similares. El 68% de la producción anual se concentra en primavera y otoño, aportando el invierno un 15%. La producción anual llega a 3984 Kg MS/há.

Al igual que en los demás suelos, los suelos profundos presentan las mayores tasas de crecimiento en las estaciones de primavera y otoño, siendo la menor en el invierno. (Cuadro 12)

Cuadro 12- Tasa de crecimiento diario (KgMS/há/día) y coeficiente de variación (%) del crecimiento estacional del suelo profundo.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
TCD	10,15	12,74	6,36	22,63
Desvío Típico	3,83	0,66	2,24	6,43
C.V.(%)	37,8	5,2	35,2	28,4

Fuente: Berreta, E y Bemhaja, M 1998

La estación con mayores variaciones es el verano, el invierno es algo menos variable y el otoño es la más estable. La mayor proporción de producción se concentra en primavera (44%) y otoño (25%), con un 12% en invierno. La producción anual del suelo profundo alcanza los 4747 Kgs MS/há.

Berreta y Bemhaja (1998) concluyen que el régimen de lluvias que se presenta con alta variabilidad entre años y dentro de las estaciones es la causante de la variabilidad en la producción de forraje y sus tasas de crecimiento. La respuesta al agua de las especies de suelos profundos es mayor durante el periodo de crecimiento estival. A medida que los volúmenes de lluvia son mayores en verano, la tasa de crecimiento diaria de los suelos profundos son proporcionalmente mayor que la de los suelos superficiales. En cambio, cuando la cantidad se reduce, las tasas de crecimiento diario son similares.

En el otoño la tasa de crecimiento diario de los tres suelos presenta la misma tendencia relativa, la respuesta es de menor magnitud, posiblemente en ésta estación son relevantes las temperaturas y la longitud del día, que prolongan o limitan la actividad metabólica de las gramíneas estivales.

Los momentos en que se producen las mayores tasas de crecimiento diario son en otoño y primavera, donde se concentra aproximadamente el 60% de la producción anual. Por lo tanto un déficit hídrico marcado durante el verano puede condicionar el crecimiento otoñal, especialmente en los suelos de mayor profundidad, mientras que inviernos donde las precipitaciones no son suficientes para recargar de agua los suelos, tendrán su efecto negativo en el crecimiento primaveral (Berreta, 1998).

2.2 CARACTERISTICAS DE LOS MEJORAMIENTOS EXTENSIVOS EN BASALTO

2.2.1 Tecnología disponible.

2.2.1.1. Especies

Según Carámbula (1996) la elección de las especies para los mejoramientos no necesariamente deberá considerar la máxima cantidad de forraje anual, sino lograr una buena distribución del mismo en épocas de carencia, dando prioridad a especies persistentes aunque sus rendimientos no sean de gran superioridad.

Las especies destinadas para la siembra en el tapiz tienen que poseer una serie de atributos que le permitan una colonización rápida y una adecuada persistencia productiva. Siendo la competencia principal en el mejoramiento la luz, las especies a ser introducidas deben enfrentar tal situación mediante destacable habilidad para escapar a las condiciones iniciales de sombra. Para ello deben presentar un grado elevado de plasticidad morfológica a través de la extensión rápida de sus órganos aéreos (hipocótilos, entrenudos, pecíolos, láminas, etc.) los que les permitirá competir con las plantas residentes (Carámbula, 1996). A tales efectos este autor cita algunas características que deben destacarse en las especies a introducir:

- a- Buena habilidad para competir con las especies nativas.
- b- Tolerancia a niveles nutritivos bajos.
- c- Tolerancia a la acidez del suelo.
- d- Adaptación a niveles extremos de humedad.
- e- Eficiencia en la utilización del fósforo.
- f- Estación larga de crecimiento.
- g- Habilidad de rebrote y alta tolerancia al pastoreo.
- h- Gran estabilidad y persistencia por resiembra natural.

INSTITUTO DE AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACIÓN
1998

En tanto, Millot *et al* (1987) y Risso (1991), al momento de la elección de la especie consideran de interés aspectos como: velocidad de germinación y crecimiento

inicial, ciclo productivo, características de semillazón (proporción de semillas duras y capacidad de resiembra) especialmente en las anuales. Otro factor relevante a considerar son los requerimientos de nutrientes, en especial fósforo.

Considerando que las pasturas naturales presentan una marcada deficiencia de nitrógeno, la leguminosa es el género para introducir este nutriente al sistema. Por lo tanto su presencia no solo aportara forraje tanto en cantidad, calidad y distribución directa e indirectamente, sino también mejorará las condiciones de suelo tanto en incorporación de nitrógeno como de mantillo fácilmente degradable.

La introducción de gramíneas al tapiz natural, puede realizarse en dos etapas distintas del desarrollo del mejoramiento (Langer, 1990):

- Junto a las leguminosas en suelos de baja fertilidad y relativamente poca competencia del tapiz.
- Después de elevar la fertilidad mediante la siembra previa de leguminosas, aunque la competencia de las gramíneas residentes resulte importante.

Las gramíneas al ser incorporadas al tapiz deben tener como característica alta respuesta a niveles mayores de fertilidad y presenten un rápido crecimiento en otoño antes de que ocurran condiciones desfavorables de invierno.

En cuanto al ciclo de vida de las especies a introducir, las anuales deberían ser recomendadas principalmente para aquellos suelos superficiales y medios con baja capacidad de almacenaje de agua y donde es factible que se registren sequías estivales. En suelos con buena capacidad de almacenaje de agua, es posible que las especies anuales no superen a las perennes, aún en condiciones de sequías ocasionales, no presentando ventajas en producción invernal y dejando nichos libres en verano que pueden ser asiento de malezas (Carámbula, 1996).

De utilizarse especies anuales, debería extremarse el manejo para asegurar una adecuada producción de semilla, debiendo ajustarse también el pastoreo al otoño siguiente para crear nichos que permitan la regeneración de la población (Bologna y Hill, 1992). Las especies anuales presentan inconvenientes asociados a su alta dependencia de las condiciones ambientales, siendo muy favorable para su regeneración los veranos con sequías acentuadas seguidas por lluvias de buen volumen temprano en el otoño y con niveles sostenidos de humedad. En cambio, luego de veranos húmedos, la vegetación se mantiene activa hasta entrado el otoño, retrasando la germinación de la semilla (Carámbula, 1977).

Las primeras evaluaciones de leguminosas sobre basalto se realizaron en 1957, donde se estudiaron trébol subterráneo, trébol rojo (Estanzuela 116 y Montgomery), trébol blanco, trébol frutilla, *Lotus corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, trébol carretilla,

Medicago tribuloides, *Medicago tuberculata* y alfalfa. De todos estos materiales, el trébol carretilla fue considerada la mejor opción por su facilidad de implantación, niveles de producción y multiplicación por resiembra natural en los años sucesivos (Medero *et al.*, 1958 a; 1958 b; 1958 c).

Montes y Ochoa (1986), resumiendo una serie de trabajos nacionales realizados por varios autores y localidades durante el período 1957-1980, en relación con las especies utilizadas en las mejoras de campo, llegan a las siguientes conclusiones:

- El Lotus y trébol subterráneo tuvieron la mejor adaptación a siembras en cobertura.
- El trébol blanco se mostró como la especie de peor comportamiento aunque puede mejorar su performance en suelos hidromórficos.
- Trébol rojo y trébol carretilla tuvieron resultados intermedios.
- El Lotus mostró el comportamiento más estable en distintos suelos y años.

Según Bemhaja (1998), hacia fines de los años 60 e inicios de los 70, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. demostraron una adaptación, producción y persistencia en ensayos sobre basalto profundo. *Lotus corniculatus* se establece, compite y persiste en las comunidades vegetales sobre suelos profundo de basalto (Castro, 1980). Trébol blanco se establece y persiste en condiciones de humedad no limitantes y responde al agregado de fósforo. Junto a Lotus es la principal leguminosa perenne en los suelos medios a profundos de basalto (Bemhaja, 1998).

Según evaluaciones de 1992-1994, *Lotus tenuis* ha demostrado una buena producción invernal frente a *Lotus corniculatus* y presenta menor persistencia en nuestras condiciones (Bemhaja, 1998). En el mismo período, trébol blanco y *Lotus pedunculatus* Maku, pese a su lento establecimiento han demostrado adaptación y persistencia en las condiciones evaluadas. Su morfología y estrategia reproductiva (rizomas, estolones y raíces fibrosas) permite una mejor competencia por luz, agua y nutrientes una vez establecido (Carámbula *et al.*, 1994). Su producción invernal y su persistencia a partir del tercer año es superior a *Lotus corniculatus* en situaciones libres de déficit hídrico (Bemhaja, 1998).

Los estudios de leguminosas anuales datan de la década del 60 y se retomó con más énfasis entrado la década del 90. De las más de 20 especies de leguminosas anuales evaluadas en el período 1994-1996 se destacan por su persistencia y producción *Trifolium vesiculosum* y *Trifolium campestre*. En un segundo grupo aparecen *Medicago murex*, *T. hirtum* y *M. polymorpha*. El *Lotus subbiflorus*, cuando logra establecerse, alcanza una interesante producción y persistencia (Bemhaja, 1998).

Las líneas de investigación actuales conducen a evaluaciones de leguminosas forrajeras templadas y subtropicales con posibles adaptaciones a suelos superficiales negros y rojos, profundizar el estudio de las principales leguminosas nativas de los géneros *Trifolium*, *Desmodium*, *Desmanthus*, *Adesmia* y *Rhinchosia* y estudios de adaptación de arbustos forrajeros. En los suelos medios y profundos evaluar un amplio rango de leguminosas forrajeras para superar la persistencia productiva de mejoramientos extensivos realizados con las especies y variedades actuales.

2.2.1.2 Fertilización

El objetivo de fertilizar un mejoramiento en la implantación es posibilitar el establecimiento de la leguminosa y muchas veces también acelerar su crecimiento para obtener una pastura vigorosa que permita una utilización temprana con el consiguiente resultado económico (Millot *et al*, 1987).

Siendo el costo de la fertilización un aspecto muy importante de los gastos de la implantación, la elección y dosis de fertilizante a utilizar deberá ser ajustada con precisión. En éste sentido Carámbula (1996) observó que los niveles de fósforo que poseen los suelos del Uruguay no son adecuados para la implantación y crecimiento de leguminosas. En función de esto, es necesario aumentar los niveles de fósforo en el suelo como condición indispensable para lograr que las leguminosas puedan establecerse y a su vez alcanzar su potencial de rendimiento.

No solo el fósforo debe ser suministrado en el momento de la implantación sino también en sucesivas refertilizaciones anuales, manteniendo al mejoramiento equilibrado y productivo. Aún cuando los suelos posean niveles de fósforo que resulten suficientes para el crecimiento de las plantas adultas establecidas, es muy probable que éste no alcance a cubrir las exigencias para el crecimiento de las pequeñas plántulas de las leguminosas. Esto explicaría la importancia de refertilizar con fósforo rápidamente soluble en otoño, época en que se produce la germinación y desarrollo de las leguminosas provenientes de la resiembra natural (Carámbula, 1996).

Dentro de las leguminosas existen diferencias importantes en la utilización del fósforo, mientras que el género *Lotus* muestra una gran eficiencia en la utilización de éste nutriente, aún en bajas concentraciones (Caradus, 1980); el trébol blanco requiere una disponibilidad más alta (Carámbula, 1996).

En este sentido Carámbula (1977) señala que las características de los sistemas radiculares determinan en parte la habilidad para aprovechar el fósforo aplicado. El *Lotus corniculatus* posee un sistema radicular con una raíz pivotante y muchas ramificaciones en ángulo recto con la raíz principal, que exploran un gran volumen de suelo en las capas superiores del perfil. En cambio *Trifolium repens* presenta una raíz pivotante y raíces nodales más numerosas y superficiales.

No obstante Santiñaque, F, manifiesta que la fertilización fosfatada afecta más el crecimiento inicial (peso de planta) que la población alcanzada durante el período de implantación.

En cuanto a la aplicación del fósforo en cobertura, Santiñaque *et al* (1985), señalan que la concentración de raíces en superficie puede traer consecuencias negativas frente a periodos de déficits hídricos, lo cual afecta la absorción de nutrientes sino también el crecimiento radicular.

Como consecuencias favorables de la fertilización en cobertura podría señalarse que ésta reduce el contacto suelo-fertilizante, y en el caso de fuentes solubles (como superfosfato), esto minimiza el proceso de fijación, lo cual determinara una mayor disponibilidad para las plantas.

Estudios recientes llevados a cabo por Berreta (1998) en una cobertura de T. blanco y *Lotus corniculatus* sobre basalto profundo en el período 1994-1997 concluye: 1) la respuesta a la fertilización está muy determinada por el componente leguminosa; 2) la fertilización con fósforo promueve cambios cualitativos en la producción de forraje. Las leguminosas presentan una mejor respuesta a las fuentes solubles, en las condiciones de mejoramientos extensivos con fertilizaciones en cobertura; 3) el nivel de 60 unidades de P_2O_5 permitió un buen establecimiento del componente leguminosa; 4) refertilizaciones anuales de 40 unidades de P_2O_5 permiten mantener presencia y producción de las mismas.

En cuanto a las gramíneas no existe respuesta a la fertilización fosfatada cuando esta es superior a 30 Kg de P_2O_5 /há; esto se debe a que poseen una tasa (mg P/tiempo) de absorción mayor a causa de su extenso sistema radicular.

La dosis de nitrógeno puede ser corregida por fertilizaciones efectuadas conjuntamente con la siembra o mediante la promoción de una mayor disponibilidad a través de la siembra previa de leguminosas.

La utilización de fertilizantes de “arranque” para estimular la emergencia y establecimiento de las plántulas podría ser útil tanto en gramíneas como leguminosas (Vallentine, 1990). Algunos autores sostienen que aplicaciones de dosis moderadas de nitrógeno favorecen la implantación de leguminosas debido a un mayor crecimiento de las radículas, lo cual promovería la presencia de un mayor número de sitios disponibles para la nodulación (Vallis, 1978). En este sentido, Hallsworth (1958), observó que aplicaciones de pequeñas cantidades de nitrógeno a la siembra favorecen a las leguminosas, lográndose un aumento del área foliar, promoviendo a su vez un aumento en la disponibilidad de metabolitos a los nódulos. A consecuencia de esto se registra una mayor nodulación y secreciones de nitrógeno, sin que la simbiosis sea afectada adversamente.

Por otro lado, la aplicación de altas dosis de nitrógeno podría afectar la implantación de las leguminosas al interferir en el proceso de nodulación y promover un mayor efecto competitivo por parte de las gramíneas presentes en el tapiz. En tal sentido, dosis mayores a 40 unidades de nitrógeno/há pueden tener efectos depresivos sobre la fijación simbiótica del nitrógeno de leguminosas (Carámbula, 1996).

2.2.1.3 Acondicionamiento del tapiz

Para realizar la siembra de un mejoramiento es indispensable controlar o reducir la competencia impuesta por la vegetación existente, debiéndose complementar o no, con acciones que alteren la superficie del suelo (Carámbula, 1996).

Carámbula (1977) señala que para poder eliminar o disminuir el efecto competitivo sobre las especies que se van a introducir, existen diferentes tratamientos previos entre los que pueden citarse: pastoreo, quema, uso de herbicidas y laboreo.

Los efectos buscados a través de estas medidas de manejo son: a) favorecer el contacto semilla-suelo; b) disminuir la competencia post-siembra de las especies nativas por el espacio edáfico y aéreo; c) facilitar los trabajos de siembra y d) homogeneizar la cobertura del campo (Baycé *et al*, 1984), además de conservar la humedad del suelo, proteger las plántulas y en lo posible proveer forraje mientras se registra la implantación de las especies introducidas (Carámbula, 1996). No obstante, dicho autor señala que cuanto más denso es el tapiz y más bajo los niveles de fósforo presente o a utilizar, más importante resulta controlar o destruir parcialmente el tapiz, ya que las gramíneas nativas por su tasa mayor de crecimiento a niveles deficitarios de éste nutriente, se encuentran en condiciones de desplazar fácilmente a las leguminosas introducidas.

2.2.1.3.1 Pastoreo

En general se recomienda efectuar tratamientos de debilitamiento, mediante pastoreos intensos en verano- principios de otoño, de tal manera que los mismos no se realicen con muchos meses de anticipación ni que se prolonguen por un período extenso de tiempo. Se debe tener en cuenta que con éste manejo se busca debilitar momentáneamente la vegetación, y que de realizarse por mucho tiempo puede promover la formación de un tapiz rastrero y entramado que competirá en mayor grado sobre la semilla germinada (Carámbula *et al* 1994).

En tanto Millot *et al* (1987) y Baycé *et al* (1984), consideran que el logro de un adecuado acondicionamiento del tapiz cuyo objetivo debe ser reducir la competencia inicial y mejorar el contacto semilla-suelo, se lograría mediante pastoreos desde la primavera anterior con dotaciones altas de vacunos y ovinos que efectúen arrases del tapiz, alternando con períodos de descanso, llegando a la siembra con el tapiz arrasado,

mediante la intensificación del pastoreo para no reducir el consumo de reservas del tapiz, previo al invierno de forma que el rebrote de comienzos de primavera no sea agresivo y se acompañe con el crecimiento de las leguminosas introducidas (Davinson, 1985; cit. por Risso, 1990; Risso y Moron, 1990)

Finalmente, se debe expresar que no es imprescindible y conveniente arrasar totalmente el tapiz, ya que la presencia de cierta altura y algunos restos secos protegen la germinación y las pequeñas plántulas en desarrollo (Risso, 1994; cit. por Carámbula, 1996).

2.2.1.3.2 Quema

Es un método eficaz cuando el pastoreo no produce el raleo adecuado de un tapiz denso de manera que con una siembra simple las semillas no podrían germinar ni emerger (Baycé *et al.*, 1984; cit. por Minutti *et al.*, 1996, Bartaburu *et al.*, 1996), sufriendo además las plántulas una competencia importante por parte del tapiz residente (Carámbula, 1996.)

La quema favorece el establecimiento de especies de rápida germinación y afecta en forma adversa las de lenta germinación debido a un rápido secado del suelo.

En cuanto al momento de la quema Carámbula (1996) enfatiza que esta debe realizarse con suelo húmedo y con vientos tales que el fuego corra rápido a los efectos de impedir que temperaturas altas durante tiempos inadecuados afecten no solo la base de la germinación existente sino también el banco de semillas en el suelo, además de evitar que el fuego consuma el contenido superficial de materia orgánica.

El uso de la quema puede presentar inconvenientes de practicidad y manejo, y en particular problemas en promoción de malezas agresivas tales como cardilla (*Eryngium horidum*) y Mio-Mio (*Bacharis coridifolia*).

2.2.1.3.3 Herbicidas.

Este método presenta ventajas importantes al permitir controlar rápidamente en forma total o parcial la competencia ejercida por las especies del tapiz natural. Al mismo tiempo los restos secos de dichas especies, luego de la aplicación del herbicida, constituye una cubierta efectiva que reduce la erosión y el arrastre de la semilla y promueve un microclima favorable para la semilla introducida, protegiéndola de cambios bruscos de humedad y temperatura, así como de vientos desecantes (Carámbula, 1996). Otras ventajas señaladas por Baycé *et al.*, 1984; citado por La Paz *et al.*, 1994 son: impedir el encostramiento y aumentar la infiltración del agua, disminución de los riesgos de daño por pisoteo y rapidez de aplicación.

En cuanto a los inconvenientes de ésta práctica, Bologna y Hill (1992), señalan que al ser destruida la vegetación natural los predadores de la mesofauna y los organismos saprófitos del suelo concentran su ataque en las especies introducidas. Así mismo se produce una deficiencia temporaria de nitrógeno, como consecuencia de la muerte y descomposición de un volumen amplio de raíces, lo que conduce a una gran competencia por éste nutriente con el consecuente debilitamiento de las gramíneas introducidas y de las leguminosas mal noduladas (Carámbula, 1996).

Por otro lado, Carámbula (1996) manifiesta que para lograr el éxito con el empleo de herbicidas es necesario que las pasturas se encuentren en pleno crecimiento vegetativo, por lo que se evitará crecimientos acumulados con cantidades importantes de restos pajizos y macollos en floración. De esta manera, para lograr la mejor eficiencia del herbicida, la pastura se someterá a un pastoreo intenso de acondicionamiento y se esperará su rebrote luego de las primeras lluvias otoñales. Este mismo autor en 1994 concluyó que el uso de herbicidas bajo dosis incorrectas especialmente con glifosato se corre el riesgo de perder mucho forraje, ocasionan la muerte de especies perennes valiosas y promueven la aparición de anuales invernales de escasa producción, así como favorecen los incrementos de malezas.

Carámbula (1977) y Risso (1991) señalan que al momento de seleccionar el herbicida es necesario tomar en cuenta su forma de actuar, especies presentes en la pastura natural, así como su residualidad en suelo y follaje a los efectos de las posibilidades de pastoreo, como de detener por un período más o menos prolongado el crecimiento de la pastura.

2.2.1.3.4- Laboreo

Cuando a pesar del adecuado manejo previo de la pastura resulte aún competitiva, o si las condiciones de humedad en el suelo no son las más adecuadas (relativamente seco), no habiendo altas probabilidades de precipitaciones en el corto plazo, una remoción parcial del tapiz será un método efectivo (Risso, 1991).

Baycé *et al* (1984), señala que laboreos previos a la siembra “al voleo” permiten una mejora de las condiciones para la germinación de la semilla y crecimiento de las plántulas. Otras ventajas de la utilización de implementos pueden ser: proveer una mínima cama de semilla asegurando su mejor contacto con el suelo, favorecer cierta mineralización del suelo pudiendo aumentar la disponibilidad de nitrógeno, incorporar más cerca el fertilizante de la semilla.

Las especies con bajo vigor inicial muestran mayor porcentaje de establecimiento cuando se utilizan implementos mecánicos que provocan remociones más severas del tapiz existente (Castrillon y Pirez, 1987).

Los implementos más utilizados en los tratamientos previos a la siembra son: zapata, rastra excéntrica, rastra de discos, arado cincel, rastra de dientes o sembradora. Según Carámbula (1977), el uso de zapatas es indicado para suelos superficiales con porcentajes variados de pedregosidad, suelos con pendientes pronunciadas y suelos con tapices muy cerrados. En tanto Bologna y Hill (1992), encontraron para condiciones climáticas secas un mayor porcentaje de germinación en los surcos dejados por el cincel debido a un mejor contacto semilla-suelo y condiciones de humedad.

Laboreos muy agresivos pueden efectuar un mayor control de la vegetación residente pero pueden beneficiar a las malezas a partir de sus semillas al darse las condiciones de una mejor sementera, o trayendo a la superficie semillas enterradas.

2.3 ETAPAS DE LA IMPLANTACIÓN.

El éxito de la siembra en lograr un alto número de plantas establecidas es un reflejo de la probabilidad de que la semilla sea colocada en un “sitio seguro”, donde se brinden los resultados necesarios para romper la dormancia, que tengan lugar los procesos de germinación y para la protección contra algunos predadores (Harper, 1977).

La instalación de una planta comprende etapas tales como la germinación, la emergencia y finaliza con el establecimiento de las plántulas. Esta fase se alcanza cuando la plántula se independiza de las reservas y se hace totalmente capaz de obtener sus propios productos a partir de la fotosíntesis, pudiendo competir con los individuos que la rodean (Plummer, 1943; Wellington, 1966; Whalley, 1966, Muslera y García, 1983).

Según Baycé, D. *et al* (1984), el éxito de una siembra en cobertura, ya sea simple o con tratamiento previo, depende inicialmente de la habilidad de las plántulas para competir por luz, humedad y nutrientes con la pastura nativa. Después de arraigadas, depende casi exclusivamente del manejo que se haga de la pastura.

2.3.1 Germinación y Emergencia.

La germinación y emergencia es la fase durante la cual la semilla debe absorber agua, germinar, penetrar la radícula en el suelo y comenzar el crecimiento de las raíces. Para este proceso deben existir condiciones climáticas favorables y una buena cama de semillas.— siembra

Campbell y Swaine (1977) cit. por Baycé *et al* (1984) señalan que es muy importante realizar la siembra en el tapiz cuando existan condiciones de humedad que permitan una germinación rápida y establecimiento inmediato de las plántulas,

lográndose mediante la maximización del contacto semilla-suelo.

Para el mismo autor, la germinación y crecimiento de la plantula requiere de ciertas condiciones ambientales mínimas:

- Temperatura del suelo: son adecuadas a partir de marzo, con una máxima media de 35° C, una media de 25° y una mínima media de 15°C.
- Humedad adecuada: se da entre fines de marzo y fines de mayo.
- Probabilidad de heladas: van de 0% en abril hasta 30% en junio.

Una vez que la semilla ha germinado, las plántulas pasan por las siguientes fases de desarrollo: fase heterotrofa, transicional y autotrofa (Whalley *et al.*, 1966; cit por La Paz *et al.*, 1994).

La fase heterotrofa comienza con la imbibición e incluye la germinación, emergencia de la radícula y primeras hojas, hasta el comienzo de la actividad fotosintética. Durante esta fase, el embrión depende de la transferencia de reservas para su crecimiento, lo que determina, en cierta forma, independencia de las condiciones ambientales (Qualls y Cooper, 1968; cit. por Bologna y Hill, 1992).

En la fase transicional las plántulas obtienen la energía de dos fuentes: la fotosíntesis y las reservas. La duración de esta fase puede ser muy corta y es dependiente de la cantidad de reservas al momento de la emergencia. Una vez que las reservas son agotadas, la plantula pasa a ser autotrofa.

Este es el momento más difícil en la implantación de un mejoramiento de campo, y la mayor limitante para lograr implantaciones exitosas puede ser las bajas poblaciones de plántulas que sobreviven a éste período (Carambula, 1977).

2.3.2 Establecimiento

Una vez superada la etapa de germinación, el problema es la penetración radicular en el suelo, el fracaso de este proceso es otro de los factores que limita el establecimiento (Baycé *et al.*, 1984). Este período debe ser lo más breve posible, ya que la radícula queda expuesta a la desecación y las pérdidas durante esta fase de la implantación puede limitar seriamente el éxito de las siembras en cobertura (Campbell, 1968; Mc William *et al.*, 1988). En tal sentido, Campbell y Swaine (1973) y Carambula (1977) coinciden que este período abarca 2 o 3 meses luego de la siembra.

En el proceso de penetración radicular, las gramíneas superan a las leguminosas, incluso en condiciones desfavorables tales como superficies encostradas, compactación, etc. Esta característica de las gramíneas se debe al anclaje por los pelos gelatinosos, una más rápida penetración radicular, menor diámetro de la coleoriza y mayor número de raíces por semilla (Carambula, 1977; Baycé *et al.* 1984; La Paz *et al.*, 1994).

La habilidad de las plántulas para establecerse y competir con la vegetación depende del vigor inicial así como de los efectos ambientales. Las especies mas afectadas por las condiciones adversas, luego de la siembra son las que poseen semillas más pequeñas que producirán plantas con menor vigor inicial.

2.3.3. Influencia del microambiente en el proceso de implantación

La comprensión de este tema es muy importante sobre todo en siembras en cobertura, pues es lo que nos permite explicar los resultados obtenidos en este tipo de siembras. Esto se debe a que las relaciones de causa-efecto se manifiestan a la escala de la semilla (Bologna y Hill, 1992). Harper (1977) define como “sitio seguro” el estímulo requerido para la ruptura de la dormición y los recursos y condiciones necesarias para los procesos de germinación, así como la ausencia de competidores, constituyentes tóxicos del suelo y patógenos preemergentes.

Para que una siembra en cobertura sea exitosa, debe existir heterogeneidad ambiental, de forma que se incrementa la frecuencia de micrositios seguros. Esta heterogeneidad ambiental, se da tanto en el espacio como en el tiempo. La acción de factores bióticos, tales como pisoteo excesivo del ganado (causando compactación superficial del suelo), el crecimiento y muerte de raíces y de la parte aérea de las plantas, la acción de la mesofauna del suelo, etc.; y de sus factores abióticos, como ocurrencia de precipitaciones, escurrimiento, infiltración, los sucesivos ciclos de humedecimiento y secado, etc., determinan que el microambiente que rodea a la semilla no sea constante a lo largo del tiempo. Por dicha variación temporal, las condiciones para la germinación e instalación pueden hacerse mas o menos favorables (Bologna y Hill, 1992).

El suelo constituye una fuente de recursos (agua y nutrientes) que disponen las plantas para sus procesos vitales, a la vez que genera una serie de condiciones a través de sus características intrínsecas (acidez, estructura, textura, porosidad, etc.) sobre las que se deberá desarrollar una especie. Por otro lado, el suelo constituye el hábitat natural de numerosos organismos predadores, microorganismos parásitos y no parásitos, etc., que conforman la flora y fauna del suelo, y que pueden incidir sobre las semillas sembradas y sobre las plántulas. La textura y estructura de los suelos tienen importantes efectos en el régimen hídrico de las semillas (Bologna y Hill, 1992). Los suelos livianos permiten una más rápida imbibición de la semilla que los suelos pesados, pero por un lapso menor, pues los horizontes superficiales del mismo se secan con mayor facilidad. Los suelos pesados por su parte, tienen una mayor retención de agua debido a potenciales de matriz más bajos, por lo que el aporte de este recurso para las plantas será mas lento (Campbell y Swain, 1973; cit. por Methol y Solari, 1994)

El secado de los primeros centímetros del suelo produce encostramiento. Esto resulta ser un factor limitante para la penetración radicular (Bologna y Hill, 1992). Campbell y Swain (1977) cit. por Methol y Solari (1994) determinaron que pequeños

incrementos en la resistencia del suelo, redujeron marcadamente el porcentaje de penetración de la radícula y por lo tanto mayor exposición de la radícula al desecamiento. No obstante, estos autores afirman que a igualdad de resistencia del suelo, la penetración radicular se incrementa cuando mayor es la heterogeneidad de la superficie.

El contacto semilla-suelo es un aspecto de gran relevancia en el balance hídrico de la semilla (Charles, 1962). Esto posibilita obtener una implantación exitosa, lograda a través de una germinación rápida y uniforme y evita que la raíz quede expuesta por un lapso muy prolongado a la desecación. El contacto semilla-suelo, si bien no es intrínsecamente dependiente de las características de la semilla, esta muy relacionado con estas. Así, semillas de tamaño pequeño podrán establecer un buen contacto semilla-suelo de forma mucho más sencilla que semillas grandes. De la misma forma, semillas aplanadas tendrán un mayor contacto semilla-suelo, derivando a una mayor relación área de contacto/superficie total de la semilla, que aquellas redondeadas.

Las leguminosas dependen en gran medida de la rugosidad del suelo o de algún grado de cobertura que les permita un mayor contacto con el suelo, debido a que carecen de estructuras accesorias que le posibiliten la fijación al suelo, como tienen las gramíneas.

El número de plantas que logran establecerse, será función de la frecuencia de micrositios seguros para la especie en consideración y del número de semillas viables sembradas que puedan exceder a ellos. Esto conduce a grandes pérdidas de plantas en los diferentes estadios de desarrollo, que determinan un bajo porcentaje de establecimiento en este tipo de siembras. Cuando se trata de ocupar la mayor cantidad de micrositios seguros posibles, se debe elevar las densidades de siembra, lo que todavía redundará en un menor porcentaje de establecimiento a pesar del mayor número de plantas que se logra establecer.

La vegetación residente, interactuando con las medidas de manejo y con las condiciones climáticas, es un factor que influye marcadamente en el proceso de establecimiento de especies sembradas en superficie. Sus características y sus efectos sobre la población introducida, tanto directas como a través de su incidencia en el microambiente, determinan en gran medida el resultado final alcanzado en este tipo de siembras.

El tapiz que recubre al suelo en los ecosistemas pastoriles está integrado por las plantas forrajeras que las componen y por un conjunto de restos vegetales en diferentes grados de descomposición que se van depositando como consecuencia del continuo proceso de crecimiento y senescencia de la comunidad vegetal, a los que Evans y Young (1970) definen como mantillo.

La presencia de vegetación o de residuos vegetales aumenta la humedad relativa en la cercanía de las semillas, lo que mejora el establecimiento de especies sembradas en superficie particularmente en climas secos. Además, la cobertura incrementa la heterogeneidad de la superficie, reduce las temperaturas extremas (Evans y Young, 1970; cit. por Methol y Solari, 1994) y atenúa la tasa de incremento de resistencia del suelo en los periodos secos posteriores a una lluvia, factores todos que facilitan la penetración radicular (Campbell y Swain; cit. por Methol y Solari, 1994) y por tanto también mejoran el establecimiento de las plántulas.

El mantillo y la cubierta vegetal verde, además de afectar los niveles microambientes de temperatura y humedad, determinan la cantidad y calidad de luz que llega a las semillas y plántulas. En efecto, el tapiz vegetal reduce la cantidad de luz que llega al suelo, pero además modifica la relación rojo/rojo lejano que tiene gran incidencia en la regulación de la germinación. De esta forma, bajo tapices muy densos y voluminosos, las semillas de algunas especies sembradas podrían ver inhibida su germinación (Bologna y Hill, 1992).

2.3.4. Factores de competencia.

Donald (1963) y Risser (1969) definen competencia como un fenómeno que ocurre cuando dos o más organismos o poblaciones requieren una cierta cantidad de un factor particular, en condiciones en que la capacidad del ambiente de suministrarlo en forma inmediata, es inferior a la demanda combinada de los organismos involucrados.

Harper (1977) enumera una serie de posibles efectos sobre las semillas o plántulas introducidas, resultante de la competencia con las plantas ya establecidas del tapiz nativo: 1) reducción de la intensidad de la luz recibida; 2) cambios en la composición de la luz; 3) disminución de la cantidad de agua disponible y cambios en su distribución en el perfil; 4) disminución en la disponibilidad de nutrientes y de las tasas en que estos son absorbidos; 5) incremento o reducción de la actividad microbiana y de la mesofauna del suelo; y 6) cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo que pueden afectar el crecimiento temprano de los individuos introducidos.

La respuesta de cada individuo a estos efectos de la competencia pueden ser tanto cualitativos, la planta se establece o muere, como cuantitativos, cuando la planta se establece pero se evidencia una disminución de la eficiencia o tasa con que ciertos procesos se realizan (Bologna y Hill, 1992).

La fase crítica para el establecimiento de las especies en el tapiz, es aquella que se da a partir del consumo de reservas seminales, donde la planta depende de su propia habilidad para obtener recursos y energía (Bologna y Hill, 1992). Es entonces importante controlar la competencia del tapiz en las etapas juveniles de las plantas. Si las condiciones ambientales son favorables, los efectos de la competencia del tapiz son

mayores. Esto radica en que las plantas establecidas tienden a hacer un uso más intensivo de los recursos disponibles y la interferencia ejercida sobre las plántulas se acentuará progresivamente.

2.3.4.1 Nutrientes.

Según Bologna y Hill (1992) la competencia por nutrientes se establece cuando la tasa de absorción de los mismos por las raíces en un lugar específico excede la capacidad del suelo para reponerlo en el mismo lugar. Esto genera zonas de agotamiento rodeando la raíz, que al superponerse determinan el inicio de la interferencia.

El fósforo debido a su particular dinámica en el suelo, genera zonas de agotamiento bien localizadas y por lo tanto no determinaría mayor competencia entre plantas, sino que la competencia se daría mas bien entre la absorción y la presencia en el suelo de formas asimilables.

Para el nitrógeno en contraste, su alta movilidad en el suelo debido a que es transportado por el agua determina zonas de agotamiento con límites menos definidos, los cuales son más amplios y menos contrastantes, generando mayor competencia entre plantas.

2.3.4.2 Agua.

El agua en condiciones de siembra en cobertura resulta ser un factor particularmente crítico en la competencia. La cantidad de agua disponible depende del régimen de lluvias y de la capacidad de almacenaje del suelo. Dentro del perfil, el agua no se distribuye homogéneamente, diferenciándose distintos estratos, ya que las raíces de las plantas hacen un uso más intenso a determinadas profundidades y la velocidad de redistribución no es inmediata por la fuerza de retención que ejercen las partículas finas sobre el agua (Methol y Solari, 1994).

La dinámica del agua en comunidades vegetales densas incide determinando que este recurso se agote rápidamente, haciendo que la competencia sea crítica para las nuevas plántulas (Bologna y Hill, 1992).

2.3.4.3 Luz.

No sólo la competencia por agua es importante, sino que la plántula estableciéndose tiene otros requerimientos tales como la luz. Es por esto que para siembras en cobertura, la cubierta vegetal remanente sobre la cual se incorporarán las especies, no debe ser demasiado densa como para impedir la llegada de luz a los estratos inferiores del tapiz (Baycé, D *et al*, 1984).

La habilidad de una planta de poder competir exitosamente por la intercepción por luz, depende de la arquitectura y tamaño de la parte aérea, pues la mayor intercepción se da en los estratos superiores de la parte aérea (Bologna y Hill, 1992). En condiciones de competencia, aquellos individuos cuyas hojas ocupan mas rápidamente los estratos superiores, compiten exitosamente con las demás plantas.

Por ello características como velocidad de germinación y crecimiento inicial, posición y morfología de los puntos de crecimiento y capacidad de fotosíntesis temprana serán muy valiosas para determinar la competitividad de las plántulas con el tapiz, así como también, tamaño de los cotiledones, altura de 1ª hoja, 2ª hoja y 3ª hoja.

Además, las medidas de manejo adoptadas en relación a disminuir la altura y el vigor del tapiz permitirán un mayor desarrollo radicular de las especies introducidas que a su vez promoverá un mayor y mas vigoroso crecimiento de la parte aérea.

Si la vegetación es muy cerrada, con tapices densos y suelos fértiles, es muy probable que se dificulte la implantación de cualquier especie (Carámbula, M, 1994)

2.4 ESPECIES EVALUADAS

2.4.1 Lotus corniculatus

Perenne, estival, de vida larga. Hábito erecto si se le deja crecer libremente. Está dotada de una raíz pivotante y profunda con una corona en su parte superior y muchas raíces secundarias, que hacen de ella la especie más tolerante a la sequía del género Lotus (Langer, R., 1981, Muslera, E y Ratera, C., 1991, Baycé D. *et al* 1991).

Amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelo (Formoso y Allegri, 1980), en lo que respecta a textura, fertilidad y drenaje (Baycé, D. *et al*, 1991); y también adaptada a condiciones de salinidad (Langer, R. 1981; Methol y Solari, 1994). Presenta menores requerimientos de fósforo con relación a Trébol blanco y rojo, para obtener altas producciones de forraje (Puig y Ferrando, 1983); aunque presenta respuesta al agregado del mismo y al encalado.

Su establecimiento inicial es lento, pero una vez conseguido, su persistencia es muy buena si el manejo es adecuado. Este es uno de sus principales inconvenientes (su crecimiento inicial lento) lo que lo hace un pobre competidor con plantas precoces.

Buen potencial de producción primavera-estivo-otoñal, con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos. Se la considera de productividad media, tipo productivo fino y de alta apetecibilidad (Baycé, D. *et al.*, 1991). Presenta buen valor nutritivo, durante la estación de crecimiento (Marten y Ehle, 1984 cit por

Formoso, F, 1993); tiene 19 a 24% de PC. Tiene gran ventaja de no producir meteorismo, a diferencia de los tréboles y de la alfalfa. Según Jones y Lyttelton (1971), éste comportamiento se debería a la baja solubilidad de las proteínas de las hojas, así como a la presencia de taninos en las células (Muslera, E. y Ratera, C, 1991; Lauther *et al* 1987).

Rebrota a partir de las yemas de la corona y de yemas axilares situadas en la posición elevada de los tallos, de reserva y área foliar remanente (Baycé, D *et al*, 1991). Persiste por resiembra o sobrevive de las plantas establecidas a partir de la siembra (Bologna y Hill, 1992); por lo que admite pastoreos relativamente frecuentes pero pocos intensos y/o poco frecuentes e intensos.

Presenta altos porcentajes de semillas duras, que puede superar el 50%, lo cual le confiere ventajas adaptativas al ocurrir germinaciones escalonadas (Bologna y Hill, 1992).

2.4.2 Lotus subbiflorus

Especie anual a bianual de ciclo invernal, con hábito de crecimiento semi-erecto a semi-postrado, dependiendo de las características del suelo y vegetación sobre el cual se desarrolla y tipo de pastoreo. Su ciclo comienza a partir de diciembre. Un pequeño porcentaje de plantas puede continuar vegetando durante el verano por defoliaciones frecuentes tarde en el ciclo o por ser plantas nacidas en primavera combinadas con altas precipitaciones (Risso *et al*, 1990; Muslera, E, y Ratera, C, 1991).

Presenta plantas desde casi glabras a muy pilosas según biotipos y condiciones ambientales prevalentes (Carámbula, *et al.*, 1994); su sistema radicular es ramificado y abundante pero no muy profundo (Methol y Solari, 1994). Las plántulas son débiles y su crecimiento inicial muy lento, especialmente en otoños con baja temperatura y baja humedad (Carámbula *et al.*, 1994).

Gran plasticidad en cuanto a su adaptación a tipos de suelos, dominando tanto en lítósoles como en bajos húmedos. Se adapta a lugares secos y de baja fertilidad (Methol y Solari, 1994; Carámbula, *et al* 1994).

Presenta bajos requerimientos de fósforo aunque responde a la fertilización con éste nutriente, alargando el periodo de producción de forraje, aumentando su aporte y mejorando su distribución estacional (Methol y Solari, 1994; Carámbula, *et al* 1994).

Presenta un periodo de floración prolongado con una abundante semillazón; con semillas de tamaño pequeño; además, tiene un alto porcentaje de semillas duras (45%) que permiten un periodo de sucesivas germinaciones (aumentando las probabilidades de

éxito en el establecimiento de plántulas). *Lotus subbiflorus* por ser una especie anual, su persistencia se logra mediante un manejo que permita la resiembra por semillazón (Alvez y Treglia, 1997).

La especie *Lotus subbiflorus* a través del cv. El Rincón ofrece una destacada adaptación a las condiciones ecológicas y de manejo del tapiz, facilidad y seguridad en la instalación, mantenimiento y persistencia productiva y bajo costo (Carámbula, *et al.*, 1994).

2.4.3 *Lotus tenuis*

Leguminosa perenne, de alta persistencia; de ciclo primavera-verano-otoño. Presenta un sistema radicular más superficial que el *Lotus corniculatus*, por lo que es de menor resistencia a la sequía que éste (Smetham, 1981; Langer, 1981; Muslera, E. y Ratera, C., 1991) y su hábito es más prostrado.

Soporta condiciones de anegamiento, salinidad y alcalinidad (Langer, R., 1981; Methol y Solari, 1994; Muslera, R. y Ratera, C. 1991). Su hábito de crecimiento prostrado lo hace sumamente resistente al pastoreo, tolerando incluso pastoreos intensos con ovejas (Sevilla 1991; Cahuepé e Hidalgo, 1991). Tiene gran capacidad de colonización de nuevos sitios por semillas diseminadas a través de las deyecciones por animales. El establecimiento en comunidades densas es problemático debido al lento crecimiento inicial de las plántulas, por ello los resultados de implantación que se obtengan dependerán del grado de control que se imponga sobre la vegetación nativa.

Al igual que todas las especies del género *Lotus*, no produce meteorismo, ofreciendo un forraje de excelente calidad, con una menor caída de la digestibilidad en verano que el *Lotus corniculatus* y un contenido de proteína que puede llegar hasta 24-28% (Montes, 1988).

Tiene un alto potencial de producción de semilla, las cuales son de tamaño pequeño y tienen un alto porcentaje de dureza (hasta 90%), por lo que la mayoría de las semillas no germina inmediatamente pasando a conformar un banco de semillas en el suelo. Esto constituye una ventaja adaptativa, al permitir una germinación permanente y escalonada en otoño y primavera, teniendo así mayores probabilidades de que un cierto número de plántulas escape a las condiciones estresantes que pueda imponer el ambiente en los estadios de desarrollo más susceptibles.

La dinámica poblacional de la especie y su persistencia productiva están estrechamente relacionadas a la compensación de las pérdidas de plantas adultas, por el establecimiento de plántulas a partir del banco de semillas del suelo. Esto se lograría, año a año, mediante un manejo que haga posible la reposición de semillas al reservorio

del suelo; asegurando la semillazón a la entrada del verano, e incrementando la presión de pastoreo en otoño y primavera, para reducir la competencia de la vegetación natural, posibilitando el establecimiento de nuevas plántulas (Montes y Cahuepé, 1985; Miñon, 1990; Mujica y Rumi, 1991; Cahuepé e Hidalgo, 1991 cit por Bologna y Hill, 1992).

2.4.4 *Lotus pedunculatus*

Es una especie perenne, originaria de Europa y Africa del Norte (Charlton 1982 cit. por Harris *et al* 1993), estolonífera, que emite estolones y rizomas. Las plantas poseen un sistema subterráneo extenso (Carámbula, M. *et al* 1994) pero poco profundo, que consiste en una corona primaria central y una raíz pivotante, a las que se agregan una importante red de rizomas, estolones y raíces fibrosas (Carámbula, 1994). El sistema de raíces consiste en raíces fibrosas no lignificadas con nódulos asociados, raramente más profundos que 5 cm., las que combinadas con la extensa red de rizomas, resultan en una densa masa superficial. La presencia de grandes "lagunas" en la corteza de la raíz (aerénquima) (Soper 1959), combinado con éste sistema de arraigamiento denso, fibroso y poco profundo, puede explicar su habilidad en parte para sobrevivir y producir en condiciones anegadas (Barnard 1969; cit. por Sheath, G., 1979). La corona primaria crece por debajo del nivel del suelo (Kaiser *et al.*, 1990, cit por Castaño, J. y Menendez, F.; 1998).

Los tallos aéreos crecen desde los nudos de los rizomas y se pueden presentar como erectos o decumbentes según la densidad y altura del tapiz que acompañe a ésta especie. Tiene hojas trifoliadas y con estipulas grandes que simulan ser folíolos, por lo que las hojas presentan en apariencia el aspecto de estar compuesta de 5 folíolos.

Se encuentra en suelos que permanecen húmedos la mayor parte del tiempo, ya sea por un drenaje pobre o debido a precipitaciones altas (Langer, R. 1981); puede soportar una inundación invernal durante algunos meses sin un efecto adverso aparente y soporta la sequía mejor que los tréboles rojos pero no tan bien como *Lotus corniculatus* (Langer, R. 1981; Muslera, E. y Ratera, C., 1991; Harris *et al.*, 1993, Sheath, G, 1979).

No se adapta a condiciones salinas, y está adaptada a grados más elevados de acidez del suelo, y se ha observado que crece en forma satisfactoria en pH que oscila entre 4.5-5.5 (Langer, R. 1981; Levy, 1970; Nordmeyer y Davies 1976 cit. por Sheath, 1979).

Lotus pedunculatus posee la capacidad de producir en el otoño tallos gruesos, de crecimiento horizontal, que cuando emergen apenas de la periferia de la planta madre, crecen hacia la superficie del suelo, y por ésta, cualquiera sea la vegetación y residuos presentes. Estos tallos eventualmente forman raíces y se convierten en estolones; o si el suelo es húmedo y friable estos vástagos pueden penetrar por debajo del mismo y convertirse en rizomas (Smetahm, 1973). La expansión y fragmentación de los rizomas es un evento anual, base de dispersión y colonización de ésta especie (Wedderburn y

Lauther, 1985, cit. por Bascou y Costa, 1995). De ésta forma, *Lotus pedunculatus* es capaz de aumentar y extenderse en el tapiz.

Lotus pedunculatus se caracteriza por poseer un crecimiento indeterminado de ramificación natural, Sheath (1979) señala que puede ocurrir un crecimiento auxiliar de tallos desde nudos ubicados en otros tallos. En tal sentido Castaño *et al.* (1998), manifiesta que el canopy de *Lotus pedunculatus* presenta tallos que brotan de distintos sitios. Estos son: tallos auxiliares secundarios brotados de tallos residuales del corte anterior, tallos brotados desde rizomas, tallos brotados desde la corona y tallos residuales luego del corte anterior.

La concentración máxima de carbohidratos no estructurales en los rizomas, corona y raíz primaria se encuentra en otoño y la mínima tarde en la primavera. Estas reservas almacenadas durante el otoño son sustrato respiratorio de órganos subterráneos, durante invierno y primavera. Los azúcares almacenados juegan un importante rol en el mantenimiento y son la base para la iniciación del crecimiento de tallos de primavera y por lo tanto para producción (Sheath, 1979).

De los cultivares utilizados, el cultivar Maku crece y persiste en la mayoría de tipos de suelos pero tiene especial valor bajo condiciones húmedas, en laderas sombreadas y en suelos pobres y de bajo pH (<5.2) (Armstrong, 1974 cit por Castaño, 1998; Harris, C. *et al.*, 1993; Lauther, W., 1987).

Además tiene una alta eficiencia en absorción de P del suelo en condiciones de bajos niveles de éste nutriente (Nordmeyer *et al.*, 1977 cit. por Hill *et al.*, 1990; Harris, C. *et al.*, 1993; Lowther, W. 1987).

El cv. Maku es tetraploide y comparado con el cv. Sunrise (diploide), es más erecto y tiene hojas más grandes, mayor rendimiento de forraje y mejor crecimiento invernal (Armstrong, 1974; cit. por Hopkins *et al.*, 1993, Castaño, 1998).

Cuando el suministro de humedad y la temperatura son favorables para el crecimiento, plantas con genomas mas pequeños son relativamente más exitosas que plantas con genomas grandes; esto puede ser debido a que las de genoma más chico, tienen una duración del ciclo mitótico más corto y por lo tanto alcanzan tasas de desarrollo más rápidas (Hopkins *et al.*, 1993).

En parcelas de mezclas severamente pastoreadas, cultivares de *Lotus pedunculatus* diploides han tenido una mejor performance que Maku (Sheath, 1979). Sostiene que ésta mejor performance está probablemente relacionada con una mejor habilidad de esos materiales más postrados para retener mayor proporción de tallos residuales luego de la defoliación, los cuales pueden comenzar inmediatamente el rebrote.

El cv. Maku tiene semilla más grande que otros tipos de Lotus. Esto le da vigor para su germinación y facilidad para su establecimiento (Mc Laughlin *et al.*, 1989, cit. por Castaño 1998). Persiste relativamente mejor que los materiales diploides en sitios que se caracterizan por un limitado suministro de humedad en verano (Castaño, 1998). En cambio, Hopkins *et al.*, (1993) sugiere que Sunrise puede ser más indicado que Maku para su uso en condiciones climáticas de tipo húmedo y lluvioso.

El cv. LT2 tiene semilla más grande, una mayor velocidad de implantación y mayor actividad invernal. Es tetraploide y de mayor tolerancia a heladas.

2.4.5 *Trifolium alexandrinum*

Se trata de una especie anual de ciclo invernal y porte erecto, de tallos gruesos suculentos, que en climas de invierno templado no interrumpe su crecimiento. Es muy sensible al stress hídrico al final de la primavera (Muslera, E. y Ratera, C., 1991).

Dentro de las leguminosas anuales es una especie versátil ya que puede utilizarse para pastoreo directo, heno, silo y abono verde. Se puede sembrar puro o con gramíneas anuales. Es una especie predominantemente alógama pero que puede tener porcentajes importantes de autogamia (García, 1999).

Tolera la salinidad y prefiere los suelos alcalinos, es bastante susceptible a las heladas hasta el estado de 6 hojas. Tiene muy bajo nivel de semillas duras y normalmente no se resiembra. Tiene respuesta al riego. Esta considerado como una especie de buen valor nutritivo, con bajos niveles de fibra y alta calidad (García, 1999).

2.4.6 *Trifolium vesiculosum*

Leguminosa anual invernal, su ciclo comienza temprano a fines de otoño, produce forraje significativo en invierno y su máxima producción en primavera. Se adapta a suelos arcillosos pero no tolera suelos mal drenados o sujetos a encharcamiento. Es un gran productor de semilla presentando abundante porcentaje de semillas duras, mostrando una buena capacidad de resiembra natural. Es buen colonizador, presentando buen vigor inicial y mantiene buena persistencia. Muy buena calidad nutritiva, no acepta pastoreos severos.

Se han reportado problemas en el mantenimiento del rhizobium específico en el suelo, aparentemente existe competencia a favor de cepas de *Trifolium repens* y *Trifolium polymorphum* (Bemhaja, M. 1998).

2.4.7 *Ornithopus compressus*

Ornithopus compressus cv. La Encantada es una leguminosa anual invernal. Tiene un hábito de crecimiento rastrero, flores amarillas y folíolos vellosos.

Crece en distintos ambientes pero se destaca muy especialmente en suelos arenosos, ácidos, bien drenados con bajo contenido en materia orgánica y alta concentración de aluminio intercambiable. En los mejoramientos requiere cantidades mayores de fósforo que en chacras cultivadas (Olmos, 1996).

En siembras tempranas de abril la semilla germina y se instala como plántula en el mes de mayo, comenzando a formar una roseta o corona hacia fines del mes de junio, momento en que se encuentra apta para el inicio del pastoreo (Olmos, 1996).

Su producción forrajera se concreta normalmente en dos períodos diferentes. El primero, de menores rendimientos, es hasta agosto, y el segundo, con mayores rendimientos, desde setiembre en adelante (Olmos, 1996).

A partir del mes de agosto comienza el alargamiento de los tallos con nudos no radicales. A mediados del mes de setiembre se inicia la floración y continúa hasta mediados de diciembre. A fines de diciembre la planta completa su ciclo de crecimiento manteniéndose en el suelo bajo la forma de semilla (Olmos, F.; 1996).

Tanto durante el ciclo vegetativo como el reproductivo presenta una muy buena calidad de forraje, muy palatable para el ganado, teniendo un contenido estrogénico muy bajo, no produciendo meteorismo.

La persistencia bajo pastoreo es muy buena, debido a que gracias al porte rastrero, sus flores y frutos escapan a la boca del animal por estar situados casi sobre el suelo. Para lograr una alta productividad requiere que la semilla sea tratada con el inoculante específico, ofreciendo un buen aporte de nitrógeno biológico.

Su persistencia también está asegurada a largo plazo por la gran proporción de semillas duras que es capaz de producir, alcanzando casi 90% de las formadas al comienzo del verano.

2.4.8 *Trifolium pratense*

Especie perenne de vida corta, en nuestro país se comporta como bianual. Prospera bien en suelos medianamente fértiles de buena profundidad, teniendo menores requerimientos de P que el trébol blanco. No se desarrolla en suelos ácidos. Posee un sistema radicular pivotante, aunque con muchas ramificaciones secundarias, que puede

alcanzar bastante profundidad si las características del suelo lo permiten (Langer, R. 1981).

La parte aérea es muy ramificada con un hábito de crecimiento semi-erecto, sus tallos parten de una corona que se desarrolla muy cerca del nivel del suelo (Carámbula, M. 1977). A pesar de tener un buen establecimiento inicial, debido al tamaño de la semilla, que le permite un vigoroso crecimiento inicial, con alta producción de forraje en el año de la siembra; muestra una baja persistencia productiva, debido a su reducida capacidad de extenderse, sus requerimientos de manejo cuidadoso, su escasa resiembra natural y la falta de semillas duras (Bologna y Hill, 1992; Methol y Solari, 1994). En tal sentido García (1992), señala que su persistencia depende en buena medida de la perennidad de la planta original, siendo la resiembra natural importante en algunos casos pero en general es bastante errática.

Tiene un buen potencial de producción en otoño, invierno y primavera (sobre todo en ésta última), haciendo algunos aportes de forraje en el verano si se dan las condiciones de abundante humedad (Carámbula, M. 1977; Smetham, 1981; Muslera, E. y Ratera, C., 1991).

Admite pastoreos intensos pero poco frecuentes. Defoliaciones severas y frecuentes reducen su productividad (Carámbula, M., 1994); ya que hay que permitir que los nuevos brotes surjan desde la corona y que se acumulen en la raíz las reservas necesarias.

Tiene alto valor nutritivo principalmente en estado vegetativo, aunque presenta alto riesgo de meteorismo.

2.4.9 *Trifolium repens*

Perenne, de vida larga, aunque puede comportarse como anual, bianual, dependiendo de las condiciones de verano. Su ciclo productivo es invernal. Posee hábito rastrero y se extiende por estolones que producen raíces adventicias en cada nudo, favoreciendo su supervivencia por multiplicación vegetativa. Este mecanismo le permite colonizar rápidamente el ambiente, pudiendo obtenerse (bajo condiciones climáticas adecuadas), una población importante a partir de un stand de plántulas reducido (Hughes *et al.*, 1966; Burdon, 1983 cit. por Bologna y Hill 1992).

Se adapta a suelos de textura media a pesada, con pH neutro, fértiles (con alto contenido de materia orgánica) y con buena capacidad de almacenamiento de agua, tolera incluso condiciones de drenaje deficiente, siendo altamente susceptible a la sequía y a las altas temperaturas del verano (Langer, R., 1981; Muslera, E. y Ratera, C., 1991, Carámbula, M. 1994; Bologna y Hill 1992).

El trébol blanco presenta un muy lento crecimiento inicial lo que constituye una limitante para la utilización de ésta especie para mejoramientos de campo. A ello se suman sus elevados requerimientos de nutrientes y su extrema sensibilidad al sombreado y a la falta de agua lo que restringe su uso a condiciones muy particulares. De cualquier manera, numerosos autores destacan la posibilidad de obtener buenas performances con trébol blanco en siembras en cobertura, aunque también coinciden en señalar la variabilidad que presenta no solo su implantación, sino además, su persistencia en el tapiz. Esta leguminosa mostraría mayor adaptación a siembras sobre tapices poco densos o en los que se redujo drásticamente la cobertura por algún tratamiento previo, reduciendo la competencia de la vegetación natural (Cullen, 1966; Barker y Zhang, 1988; Barker *et al.*, 1988).

El crecimiento del trébol blanco, comienza por el desarrollo de la corona, de una raíz pivotante y hasta diez estolones primarios. Posteriormente los nudos de éstos estolones desarrollan nuevas raíces adventicias, hojas y una yema axilar (García, J., 1996). Mientras la planta se encuentra en una etapa vegetativa, dicha yema axilar puede dar origen a nuevos estolones o permanecer dormida.

La aparición de estolones secundarios ocasiona cierta debilidad de los primarios, por migración de las sustancias de reservas hacia dichos estolones hijos, hasta que finalmente, los primarios mueren y el sistema secundario se independiza. Tal fragmentación (al inicio de la primavera) facilita la supervivencia de las plantas por multiplicación vegetativa al asegurar el desarrollo y crecimiento sucesivo de nuevos estolones (Hay *et al.*, 1983; cit. por Brock y Hay, 1995; Muslera, E. y Ratera, C., 1991; Barú y Vernazza, 1998).

Cada rebrote nuevo en el trébol blanco, se produce a partir de la yema terminal de los estolones y de las yemas ubicadas en las axilas de las hojas. Este proceso se repite después de cada pastoreo o corte y se acompaña de una notable variación del volumen de reservas de la planta, disminuyendo tras la defoliación y recuperándose posteriormente gracias a la buena capacidad fotosintética de los estolones y a la alta eficiencia del área foliar a medida que se desarrolla (Carámbula, M., 1977).

Una vez que las condiciones ambientales (fotoperíodo fundamentalmente), favorecen el proceso de floración, las yemas axilares dejan de producir estolones para transformarse en cabezuelas florales. (Muslera, E. y Ratera, C., 1991). Como las yemas vegetativas y reproductivas están ubicadas en la misma posición en el estolón, existe una relación inversa en el número de ambos tipos de yemas. Por lo tanto, a mayor número de inflorescencias formadas, menor será el número de yemas vegetativas, reduciendo así el desarrollo vegetativo de la planta (Barú y Vernazza, 1998).

Posee un muy alto potencial de producción de semilla, con muy buena resiembra natural. Burdon (1983), cita que el trébol blanco puede producir un porcentaje

relativamente alto de semillas duras (hasta un 25%), mientras que Smetham, (1973) señala que el porcentaje puede llegar hasta un 80%.

En cuanto a mecanismos de persistencia, el trébol blanco puede persistir como planta anual a través de la resiembra, o como perenne mediante la producción continuada de estolones. La importancia relativa de ambos varía en función del clima. En zonas templadas húmedas y sin mayores problemas de altas temperaturas, el trébol blanco persiste bien por estolones y la resiembra no es un fenómeno importante. En cambio, en ambientes subtropicales con altas temperaturas y déficit hídricos, la sobrevivencia de estolones es problemática y la persistencia depende de la resiembra (García, J., 1996).

Desde el punto de vista de la calidad, presenta elevado valor nutritivo a lo largo de toda la estación de crecimiento, aunque tiene alto riesgo de meteorismo (Carámbula, M. 1977; Formoso y Allegri, 1980; Langer, R., 1981; Carámbula, M. 1994, García, J. 1996).

Los cultivares utilizados en el ensayo fueron: Zapicán, Bayucúa, Dusi, Prop y Sustain.

El cultivar Zapicán posee una gran capacidad para producir estolones, siendo menos resistente a la sequía y a las altas temperaturas que el cultivar Bayucúa, por lo que se recomienda especialmente para el mejoramiento de bajos. Según Caradus (1989), se lo clasifica como un cultivar de hoja media-grande con alta cianogénesis. Presenta, además, abundante producción de semilla y buen aporte invierno-primaveral de forraje, aunque normalmente no crece durante el verano, siendo su persistencia relativamente baja (Pritsch, 1987; García *et al.*, 1991). Bayucúa es considerada también un cv. de hoja media-grande, con alta cianogénesis. En contraste con Zapicán, Bayucúa presenta una floración menos abundante y más tardía.

Prop es un cultivar de hojas chicas y de una alta densidad de puntos de crecimiento, con temprana y prolífica floración. Tiene un porte rastrero, ciclo corto y bajas producciones (Caradus, J.R. *et al.*, 1995). Es un cultivar muy persistente debido al alto número de puntos de crecimiento y resiste mejor el pastoreo continuo (Muslera, E. y Ratera, C. 1991). En cambio Sustain ha sido seleccionado combinando alta densidad de puntos de crecimiento sin sacrificar tamaño de la hoja y producción (ya que es un cultivar de hojas grandes) (Caradus, *et al.*, 1995). Tiene porte más elevado, estolones gruesos y hojas e inflorescencias más grandes. Es altamente productivo en condiciones de buen suministro de humedad, pero resiste peor el pastoreo intenso y continuo. Presenta excelente crecimiento otoño-invierno y buen crecimiento en verano. Dusi (de origen Sudafricano) presenta similares características que Sustain, menor densidad de estolones gruesos, pecíolos largos y posee excelente comportamiento bajo riego.

2.4.10 *Lolium multiflorum*

Es una gramínea de comportamiento anual en nuestro medio, ya que en su lugar de origen (mediterráneo) es una especie bianual, de porte erecto, muy macolladora, con buena resistencia al pastoreo (Carámbula, M. 1977).

Se adapta mejor a suelos fértiles, bien drenados, con pH neutros a ligeramente ácidos, siendo muy amplia su naturalización en Uruguay. Por su gran capacidad de colonizadora, ha llegado a ser un componente importante y permanente de pasturas naturales de suelos con alta fertilidad, bien manejados (Milot *et al.*, 1987).

Esta especie posee un conjunto de atributos que han hecho que se contribuya en una opción interesante en la planificación de las alternativas de producción forrajera. Las características que hacen del raigras valioso como recurso forrajero, son las que le permiten comportarse como una especie invasora en diferentes situaciones. En efecto, posee una tasa de crecimiento muy alta siendo sus plántulas muy vigorosas. Tolerancia la competencia en las fases iniciales del crecimiento y llega a ser un fuerte competidor al estado adulto (Malcuori, 1981; Grime, 1982, cit. por Bologna y Hill, 1992).

Posee un sistema radicular relativamente superficial pero extremadamente denso, con rápido desarrollo inicial, que le permite explorar grandes volúmenes de suelo, obteniendo con alta eficiencia el agua y los nutrientes necesarios.

Desde otro punto de vista, produce grandes volúmenes de forraje invierno-primaveral de buen valor nutritivo (60-80% de digestibilidad), el que se mantiene hasta fines de setiembre (Carámbula, M. 1977), se considera como una especie de tipo fino. Su rebrote es excelente, con gran número de macollos.

El raigras anual posee una alta eficiencia en la utilización del nitrógeno, siendo muy alta la respuesta a éste nutriente, sobre todo en las primeras etapas del desarrollo en las que la fertilización acelera el comienzo del macollaje y aumenta el tamaño de las plántulas, mejorando su capacidad competitiva (Langer, R. 1981; Muslera y Ratera, 1991).

En relación a otras gramíneas, el raigras posee una tolerancia al stress hídrico en los estadios tempranos de su desarrollo, significativamente mayor, germinando a potenciales hídricos del suelo 4-6 bars por debajo de los considerados limitantes para otras especies. Este puede ser uno de los factores que contribuyen a explicar la rápida germinación de las especies anuales de raigras en siembras sobre el tapiz. Esta menor sensibilidad a condiciones de deficiente suministro de agua se justifica por la naturaleza de las cubiertas del raigras, que son higroscópicas, permitiendo el rápido pasaje de agua hasta el cariopse. La rápida formación de raíces laterales, por la aparición de raíces nodales, contribuyen también a definir esta estrategia (Dowling, P.M. *et al.*, 1970).

El potencial de producción de semilla de ésta especie es muy alto, floreciendo a partir de octubre. Las semillas producidas poseen un alto porcentaje de germinación tanto en la luz como en la oscuridad, en un muy alto rango de temperatura, lo que unido a su gran capacidad de instalación en situaciones diversas, confiere a la especie su carácter de invasora (Bologna y Hill, 1992).

La variedad utilizada fue LE. 284. Es muy macolladora y agresiva, sin requerimientos de frío, adaptándose a muchos tipos de suelo. Posee muy buena capacidad de implantación. De floración temprana.

A la entrada del otoño deben promoverse, por manejo, las condiciones que aseguren una adecuada resiembra en cada año ya que la falta de latencia innata de sus semillas hace que éstos no puedan formar reservorios persistentes en el suelo (Bologna y Hill, 1992).

2.4.11 *Festuca arundinacea*

Especie perenne invernifolia, cespitosa. Se adapta a un amplio rango de suelos, prosperando mejor en los medios a pesados, fértiles y húmedos, rindiendo poco en suelos arenosos (Langer, R., 1981; Carámbula, 1977; Muslera, E. y Ratera, C. 1991; Carámbula, 1994).

Carámbula (1977) destaca su extenso y profundo sistema radicular, señalando la posibilidad de afrontar situaciones de stress hídrico así como excesos de humedad. Tiene un establecimiento muy lento, comienza a macollar recién luego de que la plántula posee varias hojas, por lo que es extremadamente susceptible a la competencia por luz, tolerando muy poco el sombreado por otras plantas (Bologna y Hill, 1992).

Los problemas que presenta la implantación de la festuca, en relación a su escaso vigor y lento crecimiento inicial, la hacen poco recomendable para mejoramientos extensivos (Baycé *et al.*, 1984; Millot *et al.*, 1987). Además, Carámbula (1977), señala que posee baja agresividad frente a otras especies, y una resiembra natural casi nula. En siembras sobre vegetación natural, Boggiano (1990) señala que su implantación es muy dependiente de las condiciones climáticas, de las características del tapiz existente y de la fertilidad del suelo. La siembra directa ha sido una tecnología mas o menos reciente que ha superado el fracaso de gramíneas perennes invernifolias en cobertura.

Posee un gran potencial de producción de forraje, fundamentalmente en la primavera, con precocidad otoñal y rebrote rápido a fines de invierno (Bologna y Hill 1992; Carámbula, M. 1994).

Una de las desventajas de ésta especie es la baja palatabilidad que presenta en el estado reproductivo, por lo que su manejo debe tender a evitar el encañado, considerando además, que su temprana floración puede hacer, que exista rechazo de los animales a fines del invierno (Carámbula, M. 1977).

Bajo pastoreo puede tomar un porte semi-rastrero, posee un área foliar remanente importante, lo que unido a su buena capacidad de macollaje, permite un rápido rebrote, tolerando así, pastoreos intensos y relativamente frecuentes (Muslera, E. y Ratera, C., 1991).

La variedad sintética, "Estanzuela Tacuabé", adaptada a nuestras condiciones agroecológicas muestra gran potencial de producción otoño-invernal. Es muy persistente y muestra cierta tolerancia al sombreado al estado de plántulas, evidenciando además alta capacidad de producción de semillas y buena respuesta al agregado de nitrógeno (García y Millot, 1977).

2.4.12 *Dactylis glomerata*

Es una planta perenne, invernal, con reposo estival. Alta, erecta, fácilmente diferenciable de otras gramíneas por tener las hojas naviculares, con prefoliación conduplicada; de color glauco (grisáceo o azulado), con un nervio central muy marcado y nervadura media alada en la base de la lámina (Carámbula, M. 1977; Muslera, E. y Ratera, C., 1991).

Rango amplio de suelos desde texturas arenosas a pesadas. Buena resistencia a sequías. Germina con facilidad, buen establecimiento ya que tolera bien la sombra, lo cual le brinda una ventaja para soportar la competencia de otras plantas. Por ésta propiedad puede emplearse en siembras de praderas sin laboreo previo en zonas de vegetación no muy cerrada. (Muslera, E. Ratera, C. 1991).

Esta especie es de crecimiento inicial más vigoroso que festuca, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca en el año de siembra.

Muy buena producción y distribución estacional. No admite pastoreos intensos y frecuentes. Para maximizar su potencial requiere manejo rotativo o intermitente; ya que las sustancias de reserva de la planta se acumulan en las bases de los tallos y vainas de las hojas (Muslera, E. y Ratera, C., 1991)

Presenta buena digestibilidad y contenido de proteína. El cultivar utilizado fue INIA L.E. Oberón, es una gramínea perenne, cespitosa, de porte intermedio a semi-erecto. Tiene buen crecimiento invernal y no tiene latencia estival, es decir, produce forraje en

verano. Oberón es poco tolerante a excesos hídricos, por lo que no se recomienda su uso en suelos húmedos o muy poco permeables. Una de sus características es su resistencia a la sequía; dentro de las gramíneas invernales, el *dactylis* es de las que utiliza mejor el agua en verano. Tiene menores requerimientos de fertilidad que *festuca*. Es de floración tardía, un mes más tarde que *festuca*, encaña a principios de noviembre, permitiendo esto una mejor utilización del forraje de primavera. La semilla madura a fines de diciembre. (García, 2000).

2.4.13 *Bromus auleticus*

Es una gramínea perenne inercial, rizomatosa en general con rizomas cortos y profundos que le dan una apariencia de cespitosa, nativa, posee productividad media, tipo productivo fino y apetecibilidad prolongada. Estas cualidades la llevan a ocupar un lugar destacado dentro de las invernales nativas del país (Rosengurt, 1980; cit. por Bologna y Hill, 1992).

Se adapta a un rango amplio de suelos, se encuentra en suelos arenosos, brunosoles (texturas medias), vertisoles y en suelos basálticos superficiales (Olmos, F., 1993); aunque no tolera condiciones prolongadas de anegamiento y no acepta niveles altos de humedad (Carámbula, M. 1977; Carámbula, M. 1994, Millot, 2000), siendo la especie perteneciente a la tribu "Festuceae" que mejor sobrevive el stress hídrico estival. Esto le confiere una mayor persistencia que las otras especies templadas conocidas (especialmente en el Norte del país) donde las altas temperaturas y la superficialidad de los suelos incrementan los efectos negativos del stress hídrico. Es de hacer notar que esa adaptación es por "tolerancia" y no por escape, ya que es a su vez la especie inercial que más produce en esa época del año. Su tolerancia a persistir durante el verano y su gran resistencia a la defoliación se deben a diversas características morfo-fisiológicas específicas, localmente incrementadas por selección natural:

- a) Primordios foliares y puntos de crecimiento localizados a varios centímetros por debajo de la superficie del suelo (6 – 8 cm.).
- b) Macollamiento extravaginal, formando rizomas subterráneos, cortos y profundos, por lo que la planta adopta un hábito de crecimiento erecto en forma de maciegas más o menos extendidas según el largo de los rizomas (según genotipo).
- c) Enraizamiento profundo y vigoroso, capaz de extraer agua de horizontes profundos.
- d) Gran capacidad de rebrote a partir de sustancias de reserva, aún sin área foliar remanente.

- e) Ciclo invernal con floración temprana y simultánea.
- f) Tolerancia a altas temperaturas e intensidad de luz. (Millot, 2000).

Tiene un establecimiento muy lento con muy bajo aporte al primer año (Olmos, F., 1993), aunque emite hojas medianamente largas, que le permiten resistir la competencia de especies establecidas una vez que el aparato foliar de las plántulas accede a cantidades suficientes de luz (Baycé, *et al.*, 1984). Olmos (1985) determinó que desde la siembra hasta el momento en que logra una planta realmente establecida apta para ser pastoreada eran necesarios 120 a 180 días. El mismo autor determinó que el período siembra-emergencia fue de 30 días, comenzando el macollaje en un lapso de 60 días post-siembra. Otros autores (Methol y Fraire, 1990; Boggiano, 1990), indican que demora entre 10 y 15 días para germinar. Estos periodos evidencian que la implantación es muy lenta, lo que en siembras en cobertura la hace susceptible a la competencia ejercida por las poblaciones nativas, en pasturas densas y agresivas. Sin embargo si se controla el crecimiento de la vegetación residente, puede lograrse una buena implantación, ya que las plántulas emiten hojas angostas y largas que atraviesan el mantillo o la trama de fitomasa aérea existente. Además, produce tempranamente un sistema radicular muy ramificado, todo lo que le permite tolerar esas condiciones adversas y sobrevivir en el tapiz (Rosengurtt *et al.*, 1984 cit. por Bologna y Hill, 1992).

Este inconveniente del establecimiento podría ser superado en parte por la capacidad de macollaje y la utilización de altas densidades, que le permitiría asegurar el éxito en la competencia. Según Millot (com. pers) ese sería el mayor error biológico y agronómico porque la competencia intravarietal es mucho más perjudicial. Densidades de 6-8 Kg/ha (semilla viable) a 50cm de distancia, le han dado un enorme potencial productivo, precocidad, cobertura y persistencia.

Demuestra una gran estabilidad a los cambios climáticos estacionales, tan comunes en nuestro país como su tolerancia a sequías (Rosengurtt, 1946; Millot *et al.*, 1991; Olmos, 1993 cit. por Abraham y Moreno, 1996).

Tiene una larga estación de crecimiento –desde otoño hasta fines de primavera-, y al no presentar latencia estival, con precipitaciones de intensidad adecuada puede producir forraje durante el verano.

Por su crecimiento de tipo panicoide, presenta los puntos de crecimientos enterrados, fuera del alcance del diente del animal, lo que le permite soportar pastoreos muy intensos (Millot *et al.*, 1987).

Esta especie se destaca por su tolerancia al stress hídrico y al manejo irracional del pastoreo (Rosengurtt, 1946; cit. por Abraham y Moreno, 1996). La presencia de rizomas es otro de los caracteres morfológicos que determinan la rusticidad, lo que le permitiría

soportar temperaturas extremas en verano que afectan la persistencia en las plantas perennes templadas (Millet, 1987).

La elongación de los entrenudos comienza entre comienzos y mediados de agosto, por lo que admite pastoreos vegetativos hasta fines de julio, sin afectar significativamente la producción de semillas. Florece simultáneamente desde mediados de setiembre a principios de octubre, y sus semillas maduran desde fines de noviembre a mediados de diciembre en el Norte del país, según procedencia (Millet, 2000).

Produce abundante semilla, habiéndose detectado en éstos dormición innata, que le confiere gran capacidad de diseminarse naturalmente cuando se le deja semillar. Sin embargo, la semilla pierde viabilidad rápidamente después de un año de producida (Berreta y Estefanell, 1982; cit. por Bologna y Hill, 1992; Carámbula, 1994).

Hay una característica que distingue a ésta especie de otras gramíneas templadas (o mediterráneas) perennes invernales C3, que es la siguiente: su capacidad de convivir en su mismo habitat, con especies estivales C4 como *Paspalum plicatulum*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Bothriochloa* spp., *Setaria* spp., *Cynodon dactylon* u otras; según el ambiente físico y la comunidad vegetal de que se trate.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El sitio experimental se encuentra en el paraje Colonia Artigas, departamento de Artigas, en el establecimiento “La Fé” perteneciente al Sr Juan Villamor. El experimento se desarrollo sobre un campo natural con tres sitios experimentales contrastantes en su posición topográfica, ladera alta, ladera media y bajo. El uso actual es pastoril.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

El mismo consta de aproximadamente una hectárea, con una pendiente del orden del 2%, el que fue dividido en 9 bloques iguales (42 m x 5 m).

Los ensayos se realizaron sobre suelos representativos de la unidad Cuaró, en la cual dominan Brunosoles eútricos y Vertisoles háplicos, se asocian Litosoles eútricos melánicos, pertenecientes al grupo 12.10 y 12.11 de la clasificación C.O.N.E.A.T. Presentan relieve de lomadas suaves (0-3%) con valles cóncavos, siendo la pedregosidad menor al 5%.

En el análisis de suelo se obtuvieron datos del nivel de fósforo en el suelo presente antes de la siembra y se muestran en el siguiente cuadro. (Cuadro 13)

Cuadro N° 13. Distribución del fósforo disponible (P_2O_5 ppm, Bray I) en perfiles de suelo sobre basalto.

Suelos	Profundidad (cm)			
	0-5	5-20	20-50	50-70
Superficial	6	-	-	-
Medio	4	3	2	-
Profundo	4	2	3	2
Promedio	4.5	2.5	2.5	2

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

Este abarco desde Mayo de 1998 hasta Marzo de 1999. Los registros climáticos fueron tomados de planillas suministradas por el Departamento agrícola de C.A.L.N.U (Bella Unión, Artigas).

La información climática consistió en registros mensuales de temperaturas mínimas, medias y máximas, precipitaciones y evapotranspiración para el período considerado.

Para el análisis se relacionan estos datos con la serie histórica para la zona que abarca un período de 23 años (1976-1999).

Cuadro 14: Promedio mensual de temperatura, precipitación y evapotranspiración (serie histórica 1976-1999).

MES	Temp.media (°C)	Precip. Media (mm)	Eto mensual (mm)
Enero	25.1	162.9	251.1
Febrero	24.8	155.2	173.6
Marzo	23.2	147.0	155.0
Abril	19.7	167.3	87.0
Mayo	16.4	105.1	68.6
Junio	13.4	77.0	54.0
Julio	13.5	69.5	63.5
Agosto	15.1	51.7	89.9
Setiembre	16.5	84.8	129.0
Octubre	19.7	138.3	172.1
Noviembre	22.0	141.7	210.0
Diciembre	24.8	116.7	251.1

Fuente: Dpto Agrícola de C.A.L.N.U. (1998)

Cuadro 15: Registros mensuales de temperatura, precipitación y evapotranspiración del período experimental. (Enero 1998 -Marzo 1999).

Mes	Temp.Media (°C)	Precip. Media (mm)	Eto mensual (mm)
Enero. 98	24,4	650	164,3
Febrero	24,3	157	145,6
Marzo	21,3	275,5	124
Abril	19,2	237	78

Mayo	16,7	82	71,3
Junio	13,7	217,7	42
Julio	15,2	100,2	58,9
Agosto	14,5	52,9	74,4
Setiembre	15,5	165,1	117
Octubre	20,4	28	182,9
Noviembre	22,5	91,7	249
Diciembre	23,8	124	248
Enero. 99	25,2	42,8	260,4
Febrero	25	173	207,2
Marzo	25,6	75,1	189,1

Fuente: Dpto Agrícola de C.A.L.N.U. (1999).

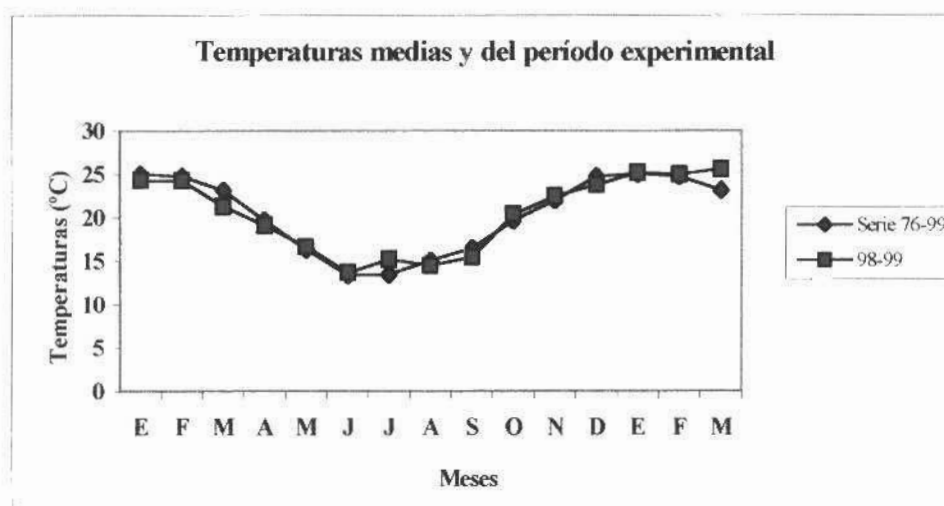


Figura 1. Temperaturas mensuales (°C) para la serie histórica y período experimental.

Durante el período experimental se observó una distribución mensual de la temperatura semejante a la que se registra en el promedio de la serie 1976-1998. En el verano y a mediados del otoño se registraron temperaturas levemente inferiores de la media (siendo éstas de 1°). En cambio, hacia fines del otoño y principio del invierno éstas fueron superiores a la media (en 0,6°). Esto determinó que la ocurrencia de heladas agrometeorológicas en el invierno de 1998, fueran solamente 4 heladas (D.N.M.).

Las precipitaciones ocurridas en el período experimental fueron mayores al promedio histórico. En el período que comprende enero-junio las precipitaciones son superiores al promedio particularmente en verano, lo contrario sucede en la segunda mitad del año, con una marcada disminución en la magnitud de las precipitaciones a

partir de agosto. Lo mismo sucede en el comienzo del año 1999, siendo las precipitaciones de enero y marzo muy inferiores.

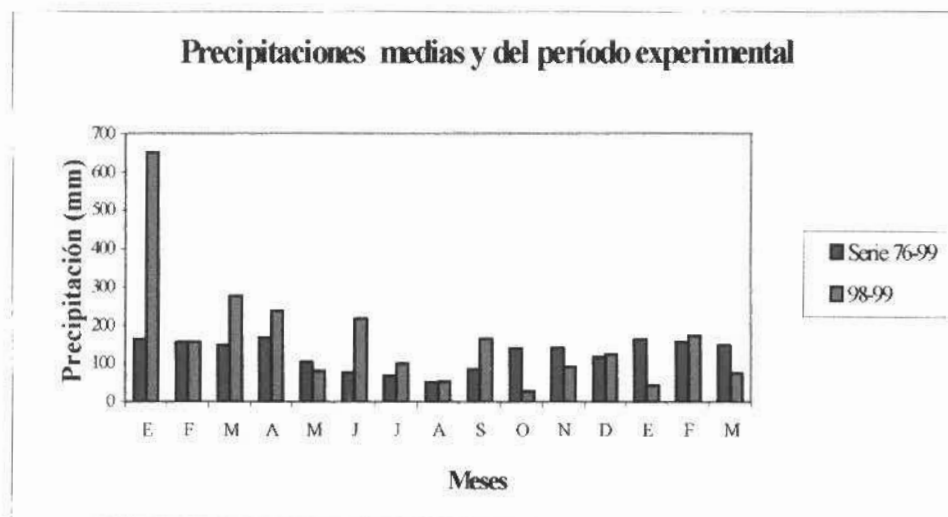


Figura 2. Precipitaciones mensuales (mm) para la serie histórica y el periodo experimental.

3.4 BALANCE HÍDRICO

Para caracterizar el ambiente de implantación se propuso el análisis de balances hídricos seriados y climáticos, que consisten en la cuantificación de las pérdidas y ganancias de agua que se producen en el sistema y las consecuencias que de ellos se deriva en la cobertura vegetal. Combina información climática (lluvia y evapotranspiración potencial –ETP–), de suelos (capacidad de almacenamiento de agua, agua disponible en el suelo), y puede ser representado de la siguiente manera:

$$\text{Precipitación} + \text{Riego} = \text{ET} + \text{Var. Alm.} + \text{Ecurr.} + \text{Drenaje}$$

Donde: Et.: Evapotranspiración

Var. Alm.: Variación de almacenaje en el suelo

Ecurr.: Escurrimiento superficial

Drenaje: Drenaje profundo

Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo se utilizaron las ecuaciones de regresión múltiple según Silva *et al*, (1988), el que relaciona datos de análisis de suelo (porcentaje de materia orgánica) y la composición granulométrica (Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay). Para el cálculo de dicha capacidad se

estimó una profundidad de 50cm. para los suelos medios y profundos debido a la mayoritaria presencia de raíces y la de un horizonte Bt en el caso del suelo Brunosol. Para el cálculo de la densidad aparente del suelo se utilizó la fórmula de regresión múltiple extraída de Fernández, (1979).

La evaporación del tanque "A" es información extraída de planillas suministradas por el Departamento Agrícola de C.A.L.N.U. (Bella Unión), mediante la multiplicación de la ET y el coeficiente del tanque "A" (Kt) se obtiene la ETP (utilizada en el balance hídrico). La ETP fue extraída por interpolaciones de los mapas de Regionalización Agroclimática de la República Oriental del Uruguay (Boshell, J y Chiara, J, 1982). El Kt se estimó a partir de datos climáticos (datos de ETP regionales y evaporación)

3.5 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Se determinó la composición botánica el 16 de julio de 1998, la técnica utilizada es una variación del método del doble metro (Daget y Poissonet, 1971, Berreta, 1989) para adaptarlo a nuestras condiciones. Se utiliza una transecta de 50 metros de largo en lugares representativos de cada sitio con extremos fijos, donde cada observación se realiza con el descenso de una aguja o similar cada 50 cm (100 puntos por transecta) contabilizándose todas las especies presentes, restos secos, suelo descubierto y piedra (Berreta, 1981).

Los principales parámetros considerados son:

- Presencia: es la observación de una especie en una unidad de muestreo (por ejemplo un punto).

- Frecuencia centesimal (FC) de una especie: es la relación expresada en porcentaje entre el número de presencias y el número total de puntos observados (constituye una "medida" del recubrimiento de la especie).

- Contribución específica por presencia (C.E.P): es la relación expresada en porcentaje entre la F.C de una especie y la F.C de todas las especies (traduce la participación de la especie al recubrimiento de la superficie del suelo).

- % Suelo desnudo.

- % Suelo cubierto o vegetación.

- % Restos secos.

- Valor pastoral: es utilizado como un índice de calidad de la pastura. Se obtiene ponderando las diversas contribuciones específicas por los índices de calidad correspondiente.

$$VP = 0,2 \sum CE_i * IE_i$$

Donde : CE_i= contribución específica de la especie i.

IE_i= índice de calidad de la especie i; siendo 5-fino, 4-tierno, 3-ordinario, 2-duro, 1-malezas enanas y 0-malezas de campo sucio.

0,2 = coeficiente relacionado con la escala del índice específico utilizado que permite expresar el resultado sobre 100

Para facilitar el análisis se agrupan las especies en función de su ciclo de vida (perennes-anales), tipo productivo (fino-tierno-ordinario-duro) según Rossengurt, hábito de crecimiento (cespitoso-estolonífero-rizomatoso), ciclo de crecimiento (estivales-invernales) y en grandes grupos morfotaxonómicos (gramíneas-graminoides-juncáceas-ciperáceas-malezas enanas-malezas de campo sucio y leguminosas nativas).

3.6 TRATAMIENTOS

El experimento consta de parcelas divididas, con parcelas mayores que corresponde a la variable sitio (superficial, medio y profundo), cada una de ellos con parcelas menores que contienen la variable variedad. Cada parcela menor tiene tres repeticiones (3 bloques), teniendo un área de 210 m² (42 m por 5 m) y cuenta con 21 parcelas (20 sembradas y una testigo sin sembrar) de 2 m por 5 m cada una. Cada bloque tienen sembradas las especies en forma aleatoria.

BLOQUE I

4	9	11	13	5	7	14	16	3	12	8	2	1	6	10	15	T	18	17	20	19
---	---	----	----	---	---	----	----	---	----	---	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----

BLOQUE II

7	11	14	8	4	12	1	15	9	16	3	13	6	5	2	10	T	19	17	18	20
---	----	----	---	---	----	---	----	---	----	---	----	---	---	---	----	---	----	----	----	----

BLOQUE III

16	5	9	12	8	15	3	6	1	2	13	14	4	7	10	11	T	17	19	20	18
----	---	---	----	---	----	---	---	---	---	----	----	---	---	----	----	---	----	----	----	----

Referencias :

1- <i>Ornithopus compressus</i>	8- <i>Lotus pedunculatus</i> Sunrise	15- <i>Trifolium pratense</i> Redqueli
2- <i>Trifolium repens</i> Zapican	9- <i>Trifolium repens</i> Prop	16- <i>Lotus subbiflorus</i> Rincón
3- <i>Lotus pedunculatus</i> Maku	10- <i>Lotus corniculatus</i> San Gabriel	17- <i>Festuca arundinacea</i> Tacuabé
4- <i>Trifolium alexandrinum</i>	11- <i>Trifolium repens</i> Bayucua	18- <i>Dactylis glomerata</i> Oberon
5- <i>Trifolium pratense</i> E 116	12- <i>Trifolium repens</i> Sustain	19- <i>Bromus auleticus</i> Potrillo
6- <i>Trifolium repens</i> Dusi	13- <i>Lotus pedunculatus</i> LT2	20- <i>Lolium multiflorum</i>
7- <i>Trifolium vesiculosum</i> Yucchi	14- <i>Lotus temis</i>	T- Testigo

3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1. Tratamiento del tapiz

Para los tres sitios se arrasó el abundante forraje preexistente durante la primavera y verano anterior al establecimiento del experimento con pastoreos de altas cargas de ovinos y vacunos, debiéndose completarse la preparación del sitio con una pasada de excéntrica destrabada previo a la siembra.

Suelo	Cobertura %		
	Suelo Desnudo	Resto Seco	Material Verde
Superficial	56	31	13

Medio	40	32	28
Profundo	32	16	52

A la siembra el suelo superficial contuvo 56% de suelo desnudo, 31% de resto seco y 13% de material verde; el suelo medio 40% de suelo desnudo, 32% de resto seco y 28% de material verde y el suelo profundo 32% de suelo desnudo, 16% de resto seco y 52% de material verde.

3.7.2 Tratamiento de la semilla

La preparación de la semilla se realizó el mismo día, horas antes de realizar la siembra. Las semillas de todas las especies sembradas fueron inoculadas con el inoculante comercial específico y peleteadas con carbonato de calcio e hiperfosfato fino.

3.7.3. Siembra

La siembra se realizó el 7 de mayo, al voleo, a mano, cubriendo la parcela con una distribución homogénea. Los datos de densidad y características de las semillas se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 16.: Densidades de siembra y análisis de las semillas.

Nombre	Pureza (%)	Germ (%)	Peso1000 Semilla (gr)	Densidad (Kg/há)	Proced.
<i>Lotus tenuis</i>	99	92	1,05	12	ARG
<i>Lotus corniculatus</i> San Gabriel	99	88	1,39	15	ROU
<i>Lotus pedunculatus</i> Sunrise	99	97	0,52	5	NZ
<i>Lotus pedunculatus</i> Maku	99	96	0,52	5	ROU
<i>Lotus pedunculatus</i> LT2	99	97	0,52	5	NZ
<i>Lotus subbiflorus</i> Rincón	95	89	0,48	8	ROU
<i>Ornithopus compressus</i> Encantada	95	85	4,11	20	ROU
Trebol blanco Zapican	99	95	0,59	4	ROU
Trebol blanco Bayucúa	99	96	0,57	4	ROU
Trébol blanco Dusi	98	93	0,52	4	SA
Trébol blanco Prop	96	92	0,47	4	NZ
Trébol blanco Sustain	99	95	0,51	4	NZ
Trébol rojo E 116	99	97	2,11	12	ROU
Trébol rojo Red Queli	99	97	2,12	12	NZ
<i>Trifolium alexandrinum</i>	99	95	4,01	25	Israel
<i>Trifolium vesiculosum</i> Yucchi	95	95	2,05	20	Brasil
<i>Lolium multiflorum</i> LE 284	99	96	2,36	15	ROU
<i>Festuca arundinacea</i> Tacuabé	98	81	2,71	15	ROU
<i>Bromus auleticus</i> El Potrillo	98	90	6,81	25	ROU
<i>Dactylis glomerata</i> Oberon	80	83	0,73	15	ROU

3.7.4: Fertilización

La fertilización se realizó al voleo y a mano el mismo día en que se realizó la siembra. La dosis aplicada fue equivalente a 150 Kg de fertilizante binario (7-40-40-0) por hectárea.

3.8: REGISTRO DE DATOS.

Se estudió la dinámica poblacional de las especies sembradas. Se evaluó a partir de los 90 días post-siembra utilizando dos cuadros de posición fija de 0.25 m² dispuestos al azar en cada parcela. Cada cuadro tendrá 25 subdivisiones de 0.01 m². En cada muestreo se determinó el número de plantas individuales y/o puntos de crecimiento (tallos, estolones, hojas y ápice) presentes en cada subdivisión y llevadas a m². La fecha en que se realizaron las observaciones fueron las siguientes:

Conteos	Fecha conteos	Días entre conteos	Días desde la siembra
1 ^{er} conteo	04/08/1998	90	90
2 ^{do} conteo	17/10/1998	73	162
3 ^{er} conteo	30/11/1998	42	204
4 ^{to} conteo	15/01/1999	46	250
5 ^{to} conteo	19/02/1999	34	284
6 ^{to} conteo	24/03/1999	33	317

Con la información anterior se procedió al cálculo de los siguientes indicadores:

- Porcentaje de implantación: calculado como la proporción de plantas observadas a los 90 días post-siembra con relación a la semilla viable sembrada.

- Porcentaje de sobrevivencia: calculado como la relación entre el número de plantas y/o puntos de crecimiento contabilizados al 30/11/98 y el número encontrado en el último conteo (24/03/99).

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo contó con un diseño experimental en 9 parcelas de 210 por 5 metros, con 3 bloques que representaban un sitio experimental (suelo superficial, suelo medio y suelo profundo); los cuales contienen parcelas menores de 2 por 5 metros. Cada bloque contiene 21 parcelas, 20 corresponden a las especies estudiadas y una al testigo sin sembrar. Las especies se encuentran sembradas en forma aleatoria en los tres bloques. Esto puede ser representado por el modelo:

$$Y_{ijkl} = \beta_i + \tau_j + \gamma_k + \delta_l + \tau\gamma_{jk} + \tau\delta_{il} + \gamma\delta_{kl} + \tau\gamma\delta_{jkl} + \epsilon_m$$

Donde:

β corresponde al efecto del i ésimo bloque ($i=1,\dots,3$)

τ corresponde al efecto de la j ésima mezcla ($j=1,\dots,12$)

γ corresponde al efecto de la k ésima número de plantas y/o ptos de crecimiento m^2)

δ corresponde al efecto del l ésimo período de evaluación ($l=1,\dots,6$)

$\tau\gamma$, $\tau\delta$, $\gamma\delta$, $\tau\gamma\delta$ corresponde a las interacciones simples y dobles de los efectos principales.

ϵ corresponde al error experimental.

Al repetirse las medidas en el tiempo sobre las mismas unidades experimentales, pueden existir correlaciones temporales entre éstas, esto es debido a que medidas más cercanas en el tiempo sean más parecidas entre sí que medidas más distanciadas. Para considerar estas asociaciones en el modelo, los datos fueron estudiados por análisis de medidas repetidas (Rowell, J.G. y Walters, D.E., 1976).

Dinámica Poblacional.

Para monitorear la dinámica poblacional, se realizaron 6 conteos estacionales de todas las especies en los que se evaluó número de plantas y/o puntos de crecimiento durante el período experimental en las siguientes fechas:

Fecha 1: 04/08/98

Fecha 3: 30/11/98

Fecha 5: 19/02/99

Fecha 2: 17/10/98

Fecha 4: 15/01/99

Fecha 6: 24/03/99

Para el análisis de los datos se realizaron MANOVA para medidas repetidas en el tiempo usando el procedimiento PROC-MIXED del programa estadístico SAS. Cuando se detectaron efectos o interacciones significativas se realizaron los contrastes correspondientes. La variable medida para este análisis fue el número de plantas por metro cuadrado (pl/m^2) y/o puntos de crecimiento ($p.c/m^2$).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 COBERTURA DEL SUELO

Se relacionan algunas características de los componentes del tapiz con las condiciones que afectan al microambiente que rodea a la semilla, por eso se determinó la superficie ocupada por restos secos (R.S), suelo desnudo (S.D.), material verde o vegetación (V.) y la ubicación de las plántulas en estos componentes del tapiz.

Los restos secos afectan la cantidad de luz que penetra en el tapiz, pero permiten una mayor conservación de la humedad en el suelo y presenta ventajas para el anclaje de semillas epígeas. El suelo desnudo no afecta la entrada de luz (ni en cantidad ni en calidad), pero si a la falta de cobertura vegetal (la que impide la pérdida de agua del suelo), los primeros centímetros del mismo se secan rápidamente. La vegetación viva tiene efectos de mantenimiento de un microambiente más estable y adecuado (en cuanto a temperatura y humedad) similares a los restos secos, pero reducen la cantidad y calidad de luz que llega al suelo y además las especies compiten con las nuevas plántulas por agua, espacio y nutrientes.

4.1.1 Suelo superficial

Del análisis de transectas surge que éste suelo presenta un 14.4% de R.S. que se lo puede equiparar a “mantillo”, 5.0% de S.D y 80.5% de V.

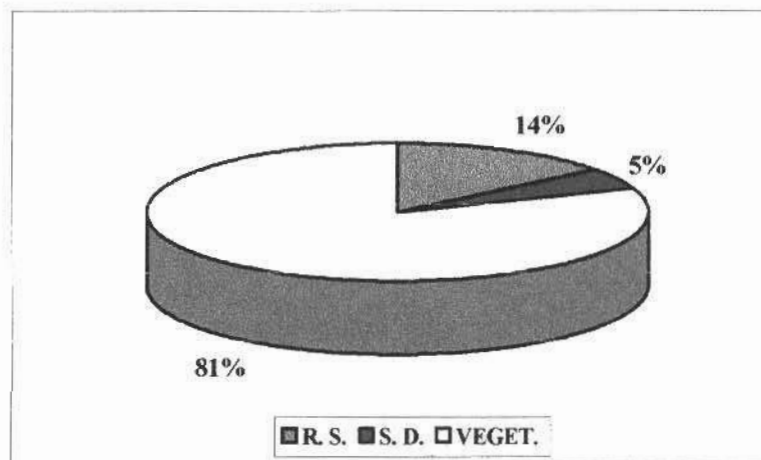


Figura N°3. Porcentaje de S.D, R.S y vegetación del suelo superficial.

4.1.2. Suelo medio

En éste suelo la cobertura observada fue 17.2% de R.S, 7% de S.D y 77.8 de V.

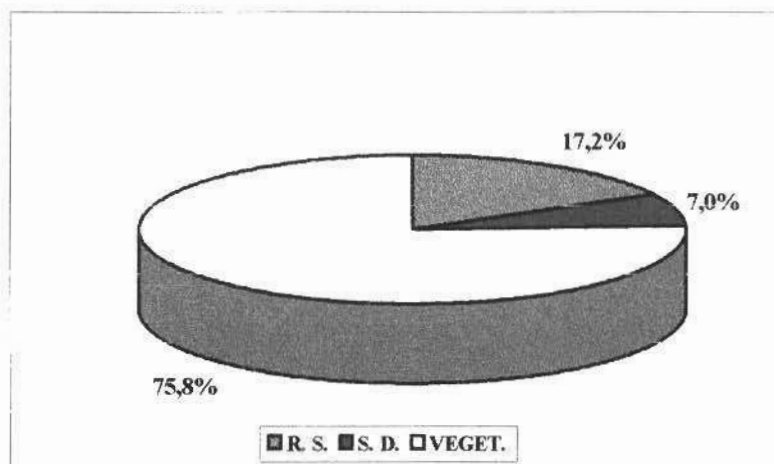


Figura N°4. Porcentaje de S.D, R.S y vegetación del suelo medio.

4.1.3. Suelo profundo

Muestra 13.4% de R.S, 5% de S.D. y 81.6 de V.

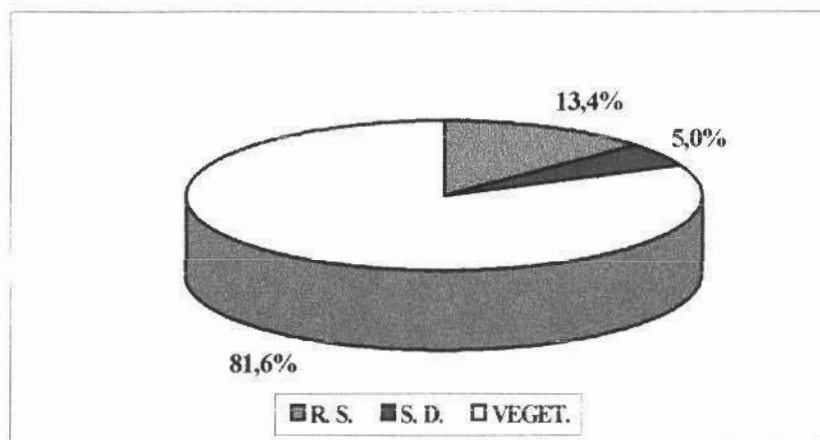


Figura N°5. Porcentaje de S.D, R.S y vegetación del suelo profundo.

4.2 COMPOSICION BOTÁNICA

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis de la composición botánica realizado en los tres tipos de suelos.

4.2.1 Suelo Superficial

Se encontraron un total de 50 especies, siendo 14 las que hacen un 70% de recubrimiento del suelo. Ellas son *Oxalis spp.*, *Paspalum notatum*, *Stipa setigera*, *Cyperáceas*, *Schizachyrium spicatum*, *Selaginella*, *Panicum milioides*, *Bothriochloa laguroides*, *Baccharis coridifolia*, *Chaptalia exscapa*, *Dichondra microcalyx*, *Eragrostis lugens*, *Schizachyrium microstachium* y *Piptochaetium montevidense*.

Cuadro N° 17. Frecuencia, contribución, tipo productivo, habito de crecimiento y ciclo productivo de especies en el suelo superficial.

ESPECIE	PRESENCIA	C.E.P (%)	ACUM. (%)	T. P.*	H. C.*	C. P.*
<i>Oxalis spp.</i>	44%	9,4	9.4	ME	Bulbosa	P-I
<i>Stipa setigera</i>	41	8,7	18.1	T-F	Cespitosa	P-I
<i>Paspalum notatum</i>	40	8,5	26.6	T	Estolonífero	P-E
<i>Cyperaceas</i>	26	5,5	32.1	O	Cespitosa	P-I
<i>Schizachyrium spicatum</i>	26	5,5	37.6	O	Cespitosa	P-E
<i>Selaginella spp.</i>	25	5,3	42.9		Rastrera	P-I
<i>Piptochaetium montevidense</i>	25	5,3	48.9	T-O	Cespitosa	P-I
<i>Baccharis coridifolia</i>	23	4,9	53.1	MCS	Subarbusto	P-E
<i>Bothriochloa laguroides</i>	17	3,6	56.7	O	Cespitosa	P-E
<i>Panicum milioides</i>	17	3,6	60.3	T	Cespitosa	P-E
<i>Eragrostis lugens</i>	15	3,2	63.5	O	Cespitosa	P-E
<i>Chaptalia exscapa</i>	11	2,3	65.8	ME	Arrosetada	P-I
<i>Dichondra microcalyx</i>	11	2,3	68.1	ME	Estolonífero	P-I
<i>Aristida uruguayensis</i>	11	2,3	70.4	T-O	Cespitosa	P-I

* T.P- Tipo productivo H.C- Habito de crecimiento C.P.- Ciclo Productivo

Esta vegetación se caracteriza por poseer especies adaptadas a condiciones estresantes y tienen altas tasas de reciclaje de tejidos (suculentas) que no permiten acumular forraje (Formoso, 1985).

Del cuadro surge que el tapiz está compuesto en un 57.7% por gramíneas, 23.5% de malezas enanas, 5.5% de ciperáceas, 0.8% de juncáceas y 0.4% de leguminosas. Es importante la presencia de Mio-Mio (*Baccharis coridifolia*), que constituye el 4.9% del tapiz.

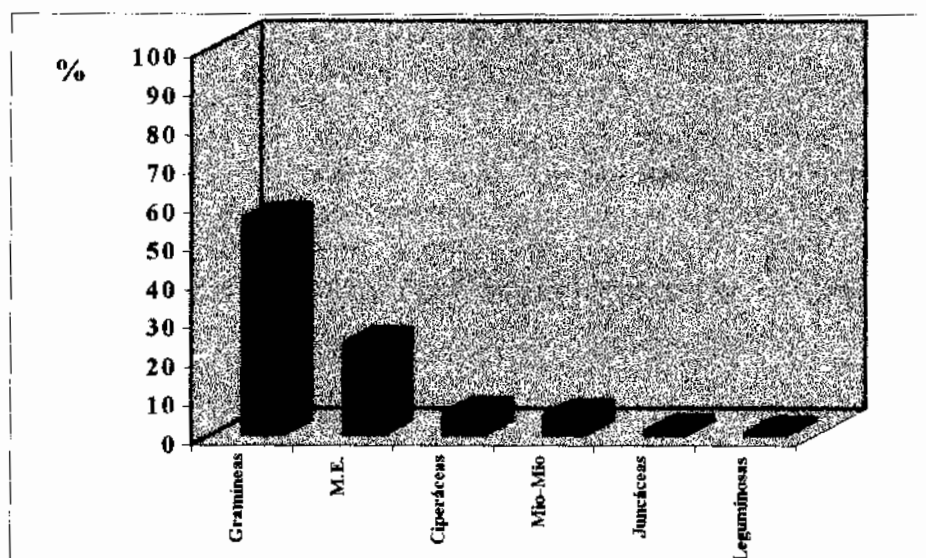


Figura N° 6. Presencia de los diferentes grupos morfotaxonómicos en el suelo superficial.

En cuanto a las gramíneas, en el tapiz predominan las estivales (67,2%), siendo las invernales un 32,8%. Las anuales representan el 11%; y las perennes 89%. La vegetación de este suelo posee una alta frecuencia de especies cespitosas (79,5%), y las estoloníferas tienen una menor proporción (20,5%). Las especies ordinarias y tiernas son las que más aporte hacen (43.1% y 25.2% respectivamente; siendo las tiernas-ordinarias y las tiernas-finas de menor contribución (17.2% y 13.9% respectivamente). Las especies finas representan menos del 1%.

En éste suelo se encuentran la mayor cantidad de especies anuales que en su mayoría son invernales. Son especies con ciclos de crecimiento muy breves, capaces de pasar la estación crítica (verano) al estado de semilla, por lo que colonizan rápidamente áreas desnudas temprano en el otoño. Este tapiz es poco competitivo, se caracteriza por poseer tapices más abiertos, con abundante proporción de malezas enanas (*Oxalis spp.*, *Chaptalia exscapa*, *Dichondra microcalyx*, *Evolvulus*, *Richardia*, *Chevreulia*). Estas comunidades vegetales se encuentran verdes todo el invierno.

Además las gramíneas perennes presentes en el tapiz son en su mayoría cespitosas, de bajo porte y productividad (*Schizachyrium spicatum*, *Panicum milioides*, etc.).

En estos suelos el crecimiento máximo se produce en octubre y noviembre, mientras que las tasas mínimas se registran en mayo, julio y enero. A comienzos de

otoño se produce otro pico de crecimiento, algo menor que el de primavera, lo que estaría relacionado con el mayor contenido de humedad y la existencia de algunas especies invernales (Berreta, E. 1998).

El Valor Pastoral (V.P.) se lo utiliza como un índice de calidad de las pasturas. La determinación del V.P. de la vegetación de las pasturas consiste en adjudicar a la misma un índice global de calidad que tiene en cuenta su composición florística y el valor relativo de las especies (Delpech, 1960; Daget y Poissonet, 1971, 1972). El V.P. está relacionado con la carga media anual que puede soportar una pastura (Daget y Poissonet, 1972).

El V.P. hallado para éste suelo es de 52.7.

4.2.2 Suelo Medio.

Se encontraron un total de 47 especies, de las cuales 10 hacen el 70% de contribución, siendo éstas *Stipa setigera*, *Paspalum notatum*, *Oxalis spp*, *Schizachyrium spicatum*, *Ciperaceas*, *Axonopus affinis*, *Piptochaetium montevidensis*, *Panicum milioides*, *Schizachyrium microstachyum* y *Botriochloa laguroides*.

Cuadro N° 18. Frecuencia, contribución, tipo productivo, habito de crecimiento y ciclo productivo de especies en el suelo medio.

ESPECIE	PRESENCIA	C.E.P. (%)	ACUM. (%)	T. P.	H.C	C.P.
<i>Paspalum notatum</i>	58%	11,8	11.8	T	Estolonífero	P-E
<i>Stipa setigera</i>	58	11,8	23.6	T-F	Cespitosa	P-I
<i>Ciperaceas</i>	42	8,6	32.2	O	Cespitosa	P-I
<i>Oxalis spp.</i>	41	8,4	40.6	ME	Bulbosa	P-I
<i>Schizachyrium spicatum</i>	34	6,9	47.5	O	Cespitosa	P-E
<i>Axonopus affinis</i>	26	5,3	52.8	T-O	Estolonífero	P-E
<i>Panicum milioides</i>	21	4,3	57.1	T	Cespitosa	P-E
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	20	4,1	61.2	D	Cespitosa	P-E
<i>Piptochaetium montevidensis</i>	19	3,9	65.1	T-O	Cespitosa	P-I
<i>Botriochloa laguroides</i>	17	3,5	68.6	O	Cespitosa	P-E

El 70.6% de la cobertura del suelo la realizan las gramíneas, siendo las malezas enanas un 19.4%, aumentando la proporción de ciperáceas (8.6%) con respecto al suelo anterior. Las leguminosas realizan un aporte de 1.4%, juncáceas 0.2% y el mio-mio disminuye su frecuencia (1.8%), comparado con el suelo superficial.

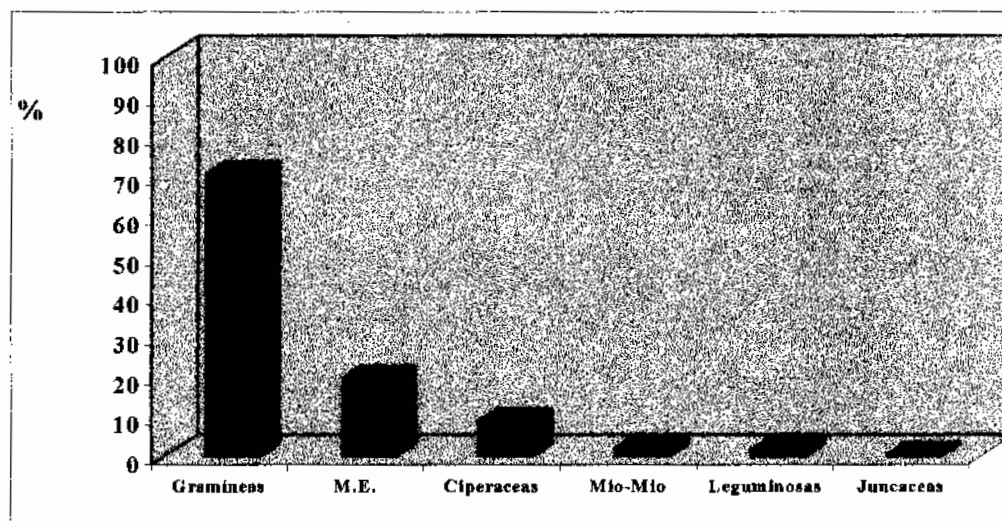


Figura N° 7. Presencia de los diferentes grupos morfotaxonómicos en el suelo medio.

En este tapiz predominan las estivales (72%), siendo las invernales un 28%. En cuanto al ciclo productivo se encuentran 93.7% de perennes, siendo 6.3% las anuales. Presenta 74.9% de especies cespitosas y 25.1% de especies estoloníferas. Las especies ordinarias poseen la mayor contribución al recubrimiento del suelo (33.7%), pero este suelo posee mayor frecuencia de especies de más calidad (finas 12.6%, tierna-fina 13.4%, tiernas 25.7% y tierna-ordinaria 14.3%).

En éste suelo dominan las especies estoloníferas (*Paspalum notatum* y *Axonopus affinis*), constituyendo una comunidad más cerrada, con participación importante de especies perennes estivales cespitosas competitivas como Ciperáceas, *Schizachyrium spicatum*, *Panicum milioides*, *Schizachyrium microstachyum*. Las comunidades de éste tapiz tienen su mayor crecimiento en octubre y noviembre y el menor en mayo y enero. También hay crecimiento en otoño, alcanzándose el mayor valor en abril (Berreta, E. 1998).

El V.P. para el suelo medio es de 61.0.

4.2.3. Suelo Profundo.

En las transectas realizadas en este suelo se encontraron 40 especies, siendo 8 las especies de mayor contribución al tapiz (70%). Ellas son Ciperáceas, *Axonopus affinis*,

Coelorhachis selloana, *Oxalis spp.*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Schizachyrium spicatum* y *Stipa setigera*.

. **Cuadro N° 19.** Frecuencia, contribución, tipo productivo, habito de crecimiento y ciclo productivo de especies en el suelo profundo.

ESPECIES	PRESENCIA	C.E.P. (%)	ACUM (%)	T. P.	H.C	C.P
Cyperaceas	82%	16,7	16.7	O	Cespitosa	P-I
<i>Oxalis spp</i>	54	11	27.7	ME	Bulbosa	P-I
<i>Paspalum notatum</i>	53	10,8	38.5	T	Estolonífero	P-E
<i>Stipa setigera</i>	48	9,7	48.2	T-F	Cespitosa	P-I
<i>Axonopus affinis</i>	30	6,1	54.3	T-O	Estolonífero	P-E
<i>Schizachyrium spicatum</i>	29	5,9	60.2	O	Cespitosa	P-E
<i>Coelorachis selloana</i>	24	4,9	65.1	T	Cespitosa	P-E
<i>Paspalum dilatatum</i>	16	3,2	68.3	F	Cespitosa	P-E
<i>Sporobolus indicus</i>	16	3,2	71.5	O-D	Cespitosa	P-E
<i>Panicum milioides</i>	14	2,8	74.3	T	Cespitosa	P-E
<i>Poa lanigera</i>	10	2	76.3	F	Cespitosa	P-I

En este suelo, al igual que en los otros, predominan las gramíneas (63.0%), aunque la proporción de ciperaceas aumenta considerablemente (16.7%), debido a mejores condiciones para su desarrollo (áreas con malos drenajes y acumulación de agua). Las malezas enanas contribuyen con un 16.6%, las leguminosas con 1.0%, juncaceas 0.8% y mio-mio 0.4%.

La pastura de este suelo presenta también un predominio de especies estivales (70.2%), respecto a las especies invernales (27.8%). A diferencia de los demás suelos, éste tiene la menor proporción de especies anuales (3.2%) y siendo las perennes el 96.8% restante. Estos tapices son usualmente cerrados, esto lo demuestra la mayor proporción de especies estoloníferas encontradas (27.2%), representando las cespitosas un 72.8%. En cuanto al tipo productivo, existe un predominio de ordinarias (40.3%), aunque el porcentaje restante esta compuesto por especies más productivas (finas 8.4%, tierna-finas 12.2%, tiernas 29.6% y tierna-ordinaria 10.2%).

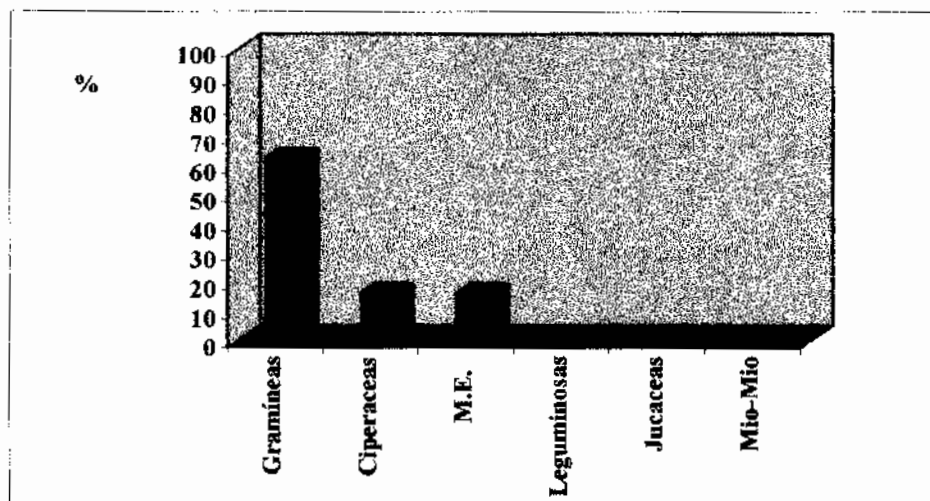


Figura N° 8. Presencia de los diferentes grupos morfotaxonómicos en el suelo profundo.

Este suelo muestra un alto potencial productivo, dado el bajo nivel de degradación (menor proporción de anuales y malezas enanas) y el equilibrio de especies estivales-invernales.

Los campos bajos son generalmente de una estructura uniforme y su contribución es predominantemente estival, con alta frecuencia de *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa*, *Stenotaphrum*, *Coelorhachis selloana*, *Panicum miliodes*, etc., especies capaces de ofrecer un perfil de hojas de mayor altura y gran capacidad de carga primavera –estival. La vegetación está adaptada a condiciones de anegamiento temporario. En la mayoría de ellos no existen malezas subarborescentes, aunque a veces puede ser importante la presencia de paja mansa (*Paspalum quadrifarium*). Aunque las gramíneas perennes invernales no son abundantes, la calidad de las mismas suele ser alta.

Estos tapices suelen ser cerrados. También se pueden encontrar cespitosas estivales que forman maciegas: *Sporobolus indicus*, *Paspalum plicatulum*, *Andropogon lateralis*, *Trachypogon montufari* y *Elyonurus*. (Milot *et al.*, 1987). También en el bajo se encontró alta frecuencia de *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis*, estoloníferas estivales, que pueden sobrevivir con altas presiones de pastoreo y defoliaciones continuas, condiciones que favorecen su expansión vegetativa a expensas de otras especies no tan adaptadas a esas condiciones.

Como en los suelos superficial negro y de profundidad media, las mayores producciones de forraje de los profundos también ocurren en octubre y noviembre.

El V.P de éste suelo es de 63.2.

4.3 BALANCE HIDRICO

4.3.1. Suelo Superficial.

Este presenta un almacenaje de 11.4 mm en 12 cm de profundidad del horizonte (Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, M.A.P., 1979). El balance hídrico climático (que relaciona datos promedios de una serie histórica), permitiría observar dos períodos de déficit y exceso a lo largo del año siendo éstos los siguientes:

- En los meses de diciembre, enero y febrero este suelo presenta deficiencias marcadas. También se ven deficiencias de menor importancia en los meses de agosto y setiembre.
- Por el contrario los excesos ocurren en marzo y se extienden hasta julio.

En cuanto a la variación de almacenaje el suelo muestra una recarga en los meses de marzo y octubre, un uso del agua almacenada en agosto, setiembre, noviembre y diciembre. En los restantes meses del año no hubo variación de agua almacenada respecto al mes anterior, significando esto que el agua utilizada por la pastura es repuesta mediante la lluvia.

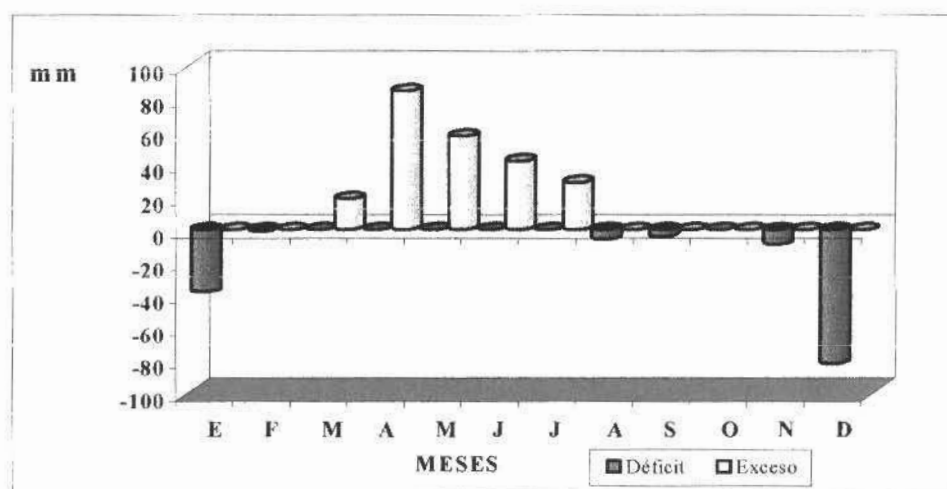


Figura N°9. Balance hídrico climático del suelo superficial.

El balance hídrico seriado decádico de enero de 1998 a marzo de 1999 muestra con más detalle la evolución del contenido de agua del suelo a largo del año. En forma general se puede concluir que se alternan períodos de déficit y excesos, con magnitudes variables a lo largo de todo el año. A partir de octubre de 1998 el suelo presenta un marcado déficit que se extiende hasta marzo de 1999.

Esto contrasta con lo encontrado en el balance hídrico climático, el cual indicaba que el déficit se concentraba solamente en los meses de diciembre y enero, siendo éste de 140 mm anuales en el balance hídrico climático y de 654 mm en el balance hídrico seriado.

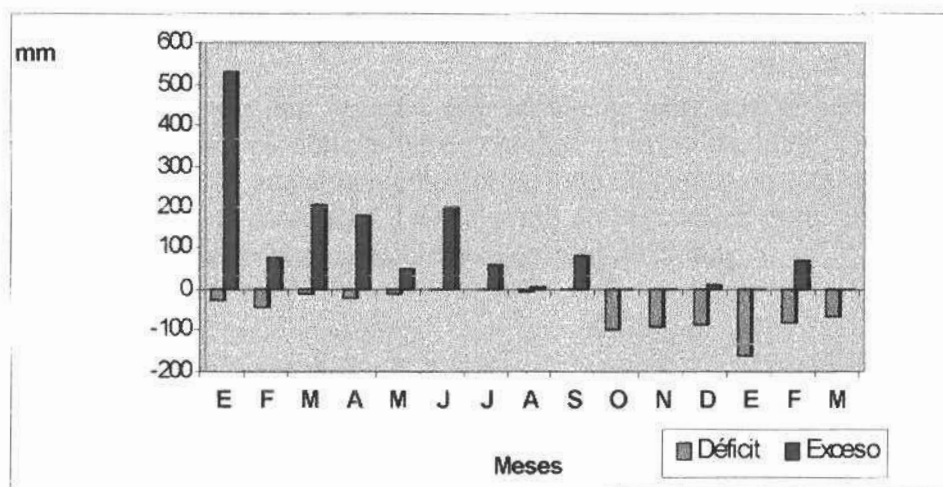


Figura 10. Balance hídrico seriado del suelo superficial.

4.3.2 Suelo Medio

Este suelo presenta un almacenaje 92.7 mm en los 50 cm de profundidad de horizonte.

El balance hídrico climático muestra que dicho suelo presenta un déficit de reducida magnitud en el mes de diciembre, en cambio los excesos se concentran en los meses de marzo hasta julio. La variación de almacenaje muestra que el suelo tiene un uso del agua almacenada desde octubre hasta enero, una recarga en los meses de febrero y marzo, no habiendo variación de almacenaje en los restantes meses.

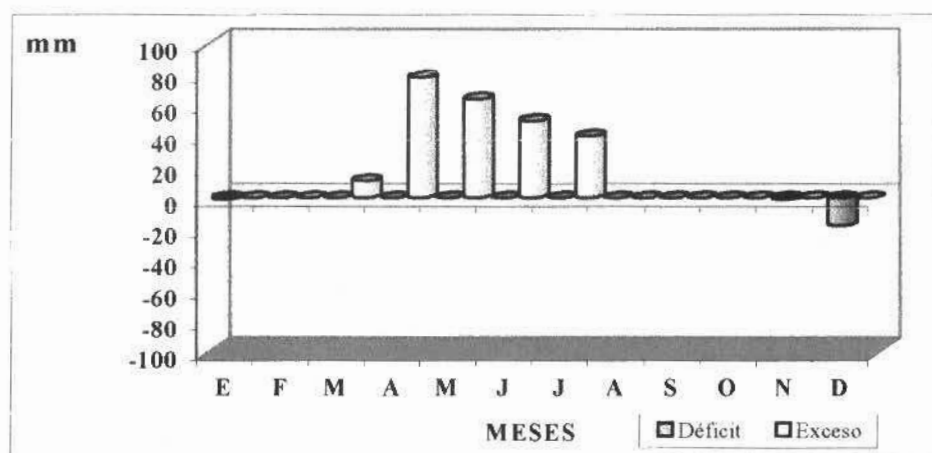


Figura N° 11. Balance hídrico climático del suelo medio.

El balance hídrico seriado muestra alternancia de períodos de déficit y exceso, resaltándose nuevamente los déficits desde octubre a marzo de 1999. Comparando los dos balances se observa el adelantamiento del periodo de déficit en éste suelo, el cual se manifestaba solamente en diciembre. La magnitud de éste déficit en el experimento fue de 466 mm mientras que en el climático era solamente de 20mm.

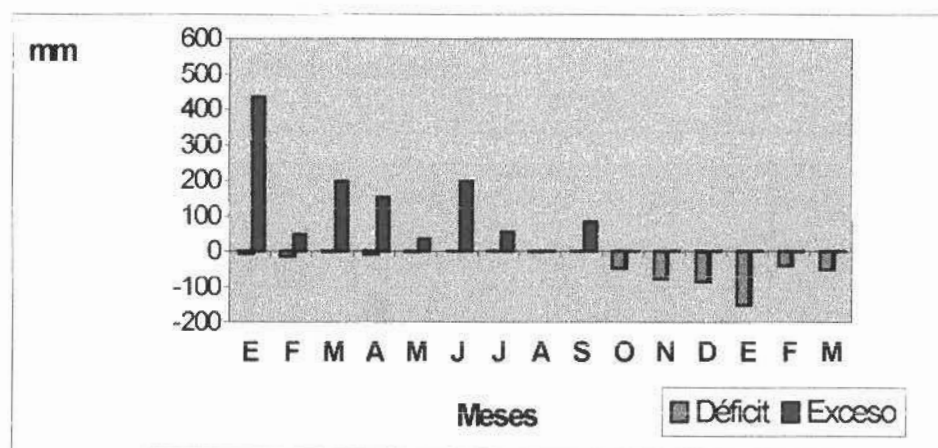


Figura N°12. Balance hídrico seriado del suelo medio.

4.3.3 . Suelo Profundo

La lámina de éste suelo es de 84.7 mm en la profundidad estudiada. Se concluye a partir del balance hídrico climático que los déficits se concentran en los meses de verano, diciembre y enero, habiendo excesos desde abril hasta julio. La variación del almacenaje

determina una recarga en los meses de marzo, abril y en términos menores en octubre. El uso desde noviembre hasta enero y también en agosto y setiembre.

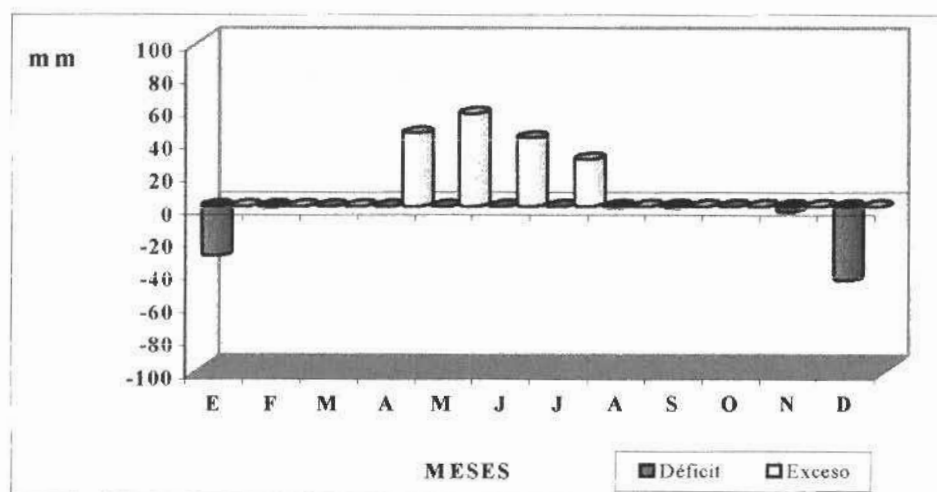


Figura N° 13. Balance hídrico climático del suelo profundo.

Al igual que en los otros suelos se observó la misma tendencia, los déficit comenzaron en octubre y se prolongaron hasta marzo y en el resto del año se alternaron periodos de déficit y excesos.

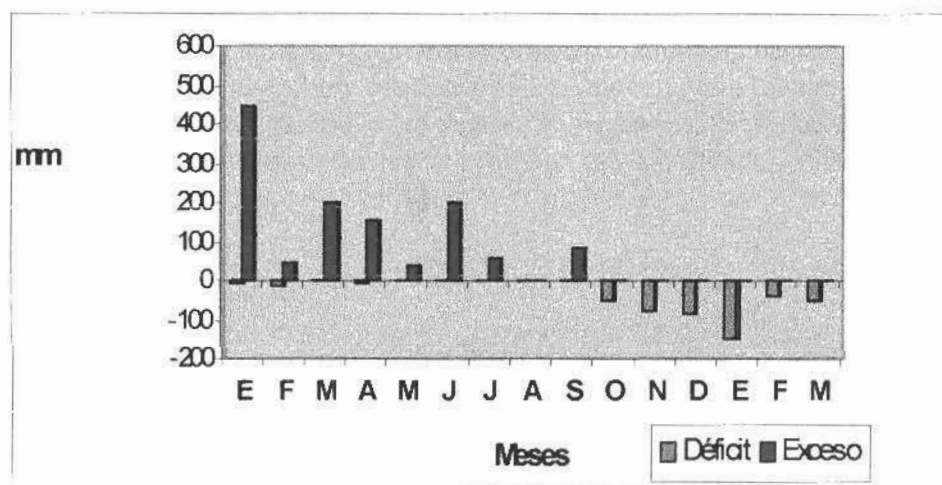


Figura N° 14. Balance hídrico seriado del suelo profundo.

La magnitud del déficit en el experimento fue de 473 mm, mientras que en el balance hídrico climático 22 mm.

4.3.4 Comparación entre sitios

Si bien no existieron diferencias en los momentos de ocurrencia de los déficit y excesos, la magnitud de éstos son diferentes para cada suelo. En el suelo superficial por tener una baja capacidad de almacenaje los efectos de los déficit y excesos son más pronunciados ya que se agota y se recarga rápidamente, en cambio en los suelos de mayor capacidad de almacenaje, (92.7 mm y 84.7 mm), son menos sensibles a variaciones en el contenido de agua.

Esto se puede observar en la magnitud de los valores de dichos déficit y excesos en el año 1998. Siendo éstos:

Cuadro N° 20. Déficit y excesos totales (mm) en los diferentes suelos estudiados.

	Déficit	Excesos
Suelo Superficial	485	1391.5
Suelo Medio	246	1205.2
Suelo Profundo	316	1216.1

De forma general se puede afirmar que durante el período experimental la precipitación fue mayor que el promedio histórico, lo que determinó que al momento de la siembra el suelo tenía suficiente humedad acumulada, situación que se mantuvo durante los meses de invierno y comienzos de primavera, con un almacenaje máximo y ocurrencia de excesos en todos los suelos. A mediados de primavera comienza un periodo de déficit muy marcado que se prolonga hasta otoño de 1999.

4.4 IMPLANTACION

Los resultados de implantación se discutirán a partir del porcentaje total de plántulas registradas a los 90 días post-siembra. Ese criterio se adopta considerando que las plantas presentes a los 90 días estimarían más adecuadamente la población responsable de la producción y persistencia futura del mejoramiento. No se diferencia en ese momento el estado fenológico de las plantas, al encontrarse en su totalidad desde el estado de plántulas habiendo superado las limitantes iniciales de la implantación (con dos o más hojas), indicando que las plantas lograron un desarrollo tal que les permitiría competir ventajosamente con el tapiz natural por los recursos de crecimiento.

Los valores obtenidos en la bibliografía en cuanto a densidad y porcentajes de implantación para basalto y siembras en cobertura son los siguientes:

Cuadro N° 21. Valores de N°pl/m² y Porcentaje de implantación en siembras en coberturas sobre basalto obtenidos por diferentes autores.

ESPECIE	N° PL./m2	% IMPL.	FUENTES
<i>Trifolium repens</i>	10-55	0.6-53	Roe (1958) cit. por Carámbula 1977; Termezana y Carámbula (1971) cit. por Carámbula 1977; Chapman et al., 1985; Risso y Moron (1990); Risso et al., (1990); Bentacor y Garcia, 1991; Risso, 1992; Methol y Solari, 1994, Minutti et al., (1996), Alves y Treglia, 1997.
<i>Trifolium pratense</i>	7-100	2.5-37.6	Roe (1958) cit. por Carámbula 1977; Termezana y Carámbula (1971) cit. por Carámbula 1977; Risso y Morón (1990), Bentacur y García, 1991; Risso, 1992; Minutti et al., (1996), Alves y Treglia, 1997.
<i>Lotus corniculatus</i>	20-269	1.8-81	Termezana y Carámbula (1971) cit. Por Carámbula 1977; Risso y Moron (1990); Risso et al., (1990); Risso, 1992; Bologna (1992) cit. Por La Paz et al., 1994; Minutti et al., (1996), Alves y Treglia, 1997.
<i>Lotus tenuis</i>	25-220	3.2-21.4	Risso et al. (1990); Montes y Cahuepe (1985), cit por La Paz, 1994; Bentancur y Garcia, 1991; Risso, 1992; La Paz et al., 1994, Methol y Solari, 1994.
<i>Lotus pedunculatus</i> <i>Maku</i>	48-146	10.1-26.6-	Risso et al., 1990 y Ayala et al., 1998.
<i>Lotus subbiflorus</i>	18-90	2.4-34.2	Risso y Moron (1990); Risso et al. (1990); Bologna y Hill, 1993, Carámbula (1993), cit por La Paz et al., 1994; Alves y Treglia, 1997.
<i>Lolium multiflorum</i>	272	6.7-88	Roe (1958) cit. por Carámbula 1977; Termezana y Carámbula (1971) cit. por Carámbula 1977; Chapman et al., 1985; Echeverría Marques, 1993, La Paz et al, 1994, Cianelli y Ottonello, 1998.
<i>Dactylis glomerata</i>	275	16-23	Roe (1958) cit. por Carámbula 1977; Chapman et al., 1985; Cianelli y Ottonello, 1998.

<i>Festuca arundinacea</i>	124	5.8-10	Termezana y Carámbula (1971) cit. Por Carámbula 1977; Bentancor y García, 1992, Cianelli y Ottonello, 1998
<i>Bromus auleticus</i>	71-140	12.2-39	Freyre y Methol, 1982, Bentancour y García, 1989, La Paz et al, 1994.

A continuación se detalla la implantación inicial correspondiente de las especies por sitio y familia.

4.4.1 Suelo Superficial

En este sitio el porcentaje de implantación promedio para las leguminosas fue de 45.26%. La especie con mejor comportamiento fue Trébol blanco cv. Prop, con 85% de implantación (639 plantas/m²), mientras que el peor comportamiento registrado correspondió a *Ornithopus* con 16% (63 plantas/m²).

Para las gramíneas, la implantación promedio fue 72.3%, superando en 60% los valores obtenidos para las leguminosas. *Festuca* fue la especie que más contribuyó a elevar el promedio con 80.1% (352 plantas/m²) de implantación, mientras que en el extremo inferior se ubica raigras con 62.9% (507 plantas/m²).

Cuadro N°. 22: Número de plantas y porcentajes de implantación para leguminosas y gramíneas en suelo superficial.

ESPECIE	Nº/PL/m ²	% DE IMPLAN.
T. blanco cv. Prop	639	85 a
<i>Festuca arundinacea</i>	352	80.1 ab
<i>Dactylis glomerata</i>	1050	76.9 abc
T. blanco cv. Sustain	558	75.6 abc
T. rojo cv. Redqueli	380	69.9 abc
T. blanco cv. Zapicán	443	69.4 abc
<i>Bromus auleticus</i>	225	69.4 bcd
T. blanco cv. Dusi	478	68 bcd

<i>Lolium multiflorum</i>	507	62.9 bcde
<i>L. pedunculatus</i> cv. Sunrise	538	58.2 bcdef
<i>Lotus corniculatus</i> cv. SG	443	47.1 cdef
<i>T. rojo</i> cv. E. 116	253	46.3 defg
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	381	41.6 efgh
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. LT2	332	35.9 fghi
<i>T. blanco</i> cv. Bayucúa	226	33.8 ghij
<i>Lotus subbiflorus</i> cv Rincón	324	22.9 hij
<i>Trifolium alexandrinum</i>	118	20.1 ij
<i>Lotus tenuis</i>	181	17.4 ij
<i>Trifolium vesiculosum</i>	151	17.1 ij
<i>Ornithopus compressus</i>	63	16 ij
Promedio	382	50.4
Coefficiente de variación	58.1	46.7

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre valores de la columna correspondiente a porcentaje de implantación.

4.4.1.1 Leguminosas

Como ya fue citado el cultivar con mejor comportamiento fue trébol blanco cv. Prop con 85% de implantación. En un segundo lugar se encuentran trébol blanco cv. Sustain (75.6%), trébol rojo cv. Redqueli (69.9%) y trébol blanco cv. Zapican (69.4%). En un rango intermedio se encuentran trébol blanco cv. Dusi (68%), *Lotus pedunculatus* cv. Sunrise (58.2%), *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (47.1%), trébol rojo cv. E 116 (46.3%), *Lotus pedunculatus* cv. Maku (41.6%), *Lotus pedunculatus* cv. LT2 (35.9%), Trébol blanco cv. Bayucua (33.8%). Por último, los que presentan menores valores de implantación son *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón (22.9%), *Trifolium alexandrinum* (20.1%), *Lotus tenuis* (17.4%), *Trifolium vesiculosum* (17.1%) y *Ornithopus* (16%).

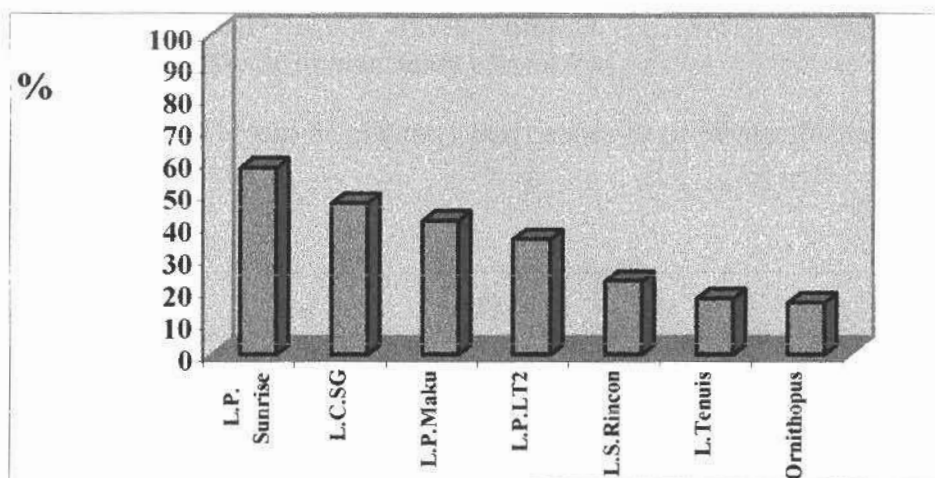


Figura N° 15. Porcentajes de implantación del género *Lotus* y *Ornithopus* en suelo superficial.

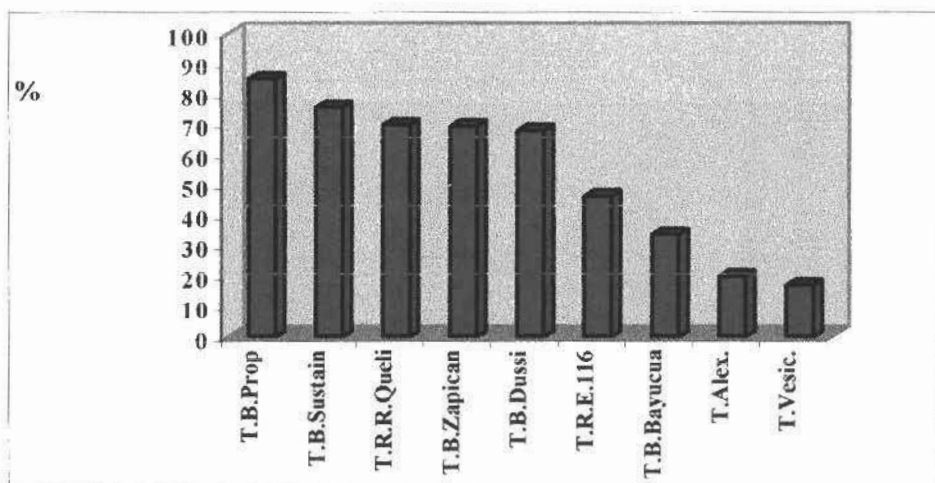


Figura N° 16. Porcentajes de implantación del genero *Trifolium* en suelo superficial.

4.4.1.2 Gramíneas.

Festuca fue el género que tuvo mejor comportamiento con 80.1% de implantación; en un grupo intermedio dactylis con 76.9% y bromus con 69.4%, mientras que raigras mostró el menor porcentaje de implantación con 62.9%.

Cuadro N° 23: Número de plantas y porcentajes de implantación para gramíneas en suelo superficial.

ESPECIE	N°/PL/m ²	% DE IMPLAN.
<i>Festuca arundinacea</i>	352	80.1 a
<i>Dactylis glomerata</i>	1050	76.9 ab
<i>Bromus auleticus</i>	225	69.4 ab
<i>Lolium multiflorum</i>	507	62.9 b
Promedio	533	72.3
Coefficiente de variación (%)	68	10.7

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre valores de la columna correspondiente a porcentaje de implantación.

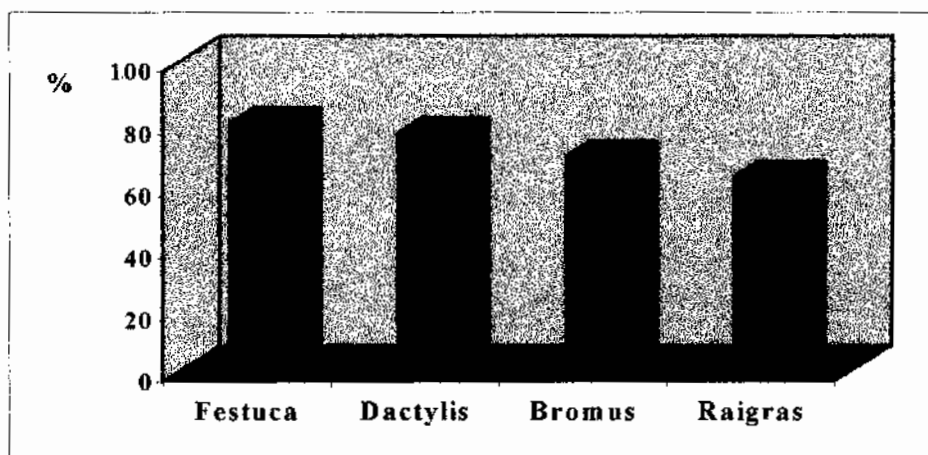


Figura N° 17. Porcentajes de implantación de gramíneas en suelo superficial.

4.4.2 Suelo Medio

Para este suelo las leguminosas presentan una implantación promedio de 42.6% (Cuadro N° 20.), siendo trébol blanco cv. Prop el cultivar de mayor implantación con 90% (677 plantas/m²), y la de menor *Ornithopus* con 13.9% (55 plantas/m²).

Las gramíneas tienen una implantación promedio de 48%, festuca resultó tener la mayor implantación, 52.1% (229 plantas/m²), y raigras la menor, 41.6% (335 plantas/m²).

Comparando los promedios generales de cada familia, las gramíneas superan en 13% al comportamiento de las leguminosas.

Cuadro N°24: Número de plantas y porcentajes de implantación para leguminosas y gramíneas en suelo medio.

ESPECIE	N°/PL/m ²	% DE IMPLAN.
T. blanco cv. Prop	677	90 a
T. blanco cv. Zapicán	407	63.8 b
T. rojo cv. Redqueli	302	55.6 bc
T. blanco cv. Dusi	387	55.2 bcd
<i>Festuca arundinacea</i>	229	52.1 bdc
T. blanco cv. Sustain	381	51.6 bcd
<i>Bromus auleticus</i>	165	51 bcd
T. rojo cv. E 116	265	48.5 bcde
<i>Dactylis glomerata</i>	646	47.3 bcde
T. blanco cv. Bayucúa	314	47 bdef
<i>Lotus pedunculatus</i> Sunrise	384	41.6 cdef
<i>Lolium multiflorum</i>	335	41.6 def
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. LT2	378	40.9 defg
<i>Lotus corniculatus</i> cv. SG	370	39.4 efgh

<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	312	34.1 efgh
<i>Trifolium vesiculosum</i>	283	32.1 fgh
<i>Trifolium alexandrinum</i>	163	27.8 ghi
<i>Lotus subiflorus</i> cv. El Rincón	301	21.3 hi
<i>Lotus tenuis</i>	195	18.7 hi
<i>Ornithopus compressus</i>	55	13.9 i
Promedio	327	44
Coefficiente de variación (%)	44.7	39.2

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre valores de la columna correspondiente a porcentaje de implantación.

4.4.2.1 Leguminosas

Nuevamente, trébol blanco cv. Prop obtuvo el mayor porcentaje de implantación, siendo éste de 90%.

En un segundo lugar encontramos a trébol blanco cv. Zapicán (63.8%) de implantación, posteriormente le siguen trébol rojo cv. Redqueli (55.6%), trébol blanco cv. Dusi (55.2%), trébol blanco cv. Sustain (51.6%). Con porcentajes menores de implantación encontramos a trébol rojo cv. El 16 (48.5%), trébol blanco cv. Bayucaá (47%), *Lotus pedunculatus* cv. Sunrise (41.6%), *Lotus pedunculatus* cv. LT2 (40.9%), *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (39.4%), *Lotus pedunculatus* cv. Maku (34.1%) y *Trifolium vesiculosum* (32.1%).

Presentando peor comportamiento se encuentran *Trifolium alexandrinum* (27.8%), *Lotus subiflorus* cv. El Rincón (21.3%), *Lotus tenuis* (18.7%) y *Ornithopus* (13.9%).

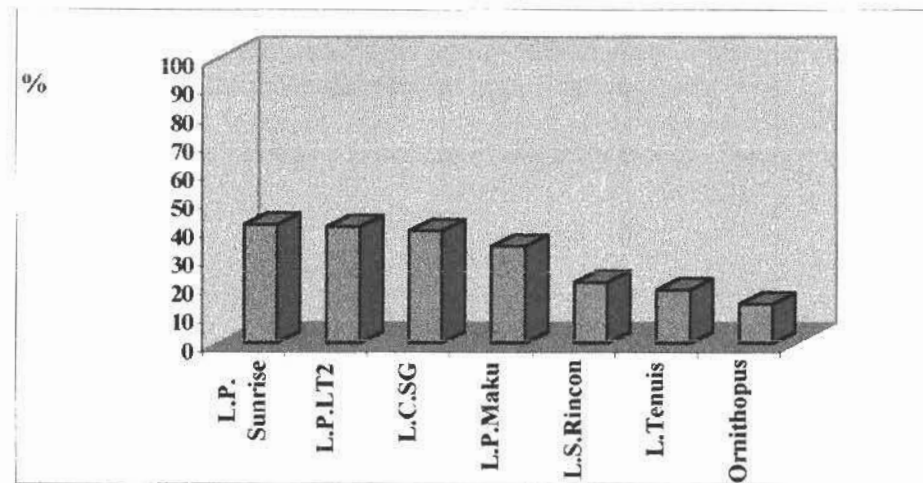


Figura N° 18. Porcentajes de implantación del género Lotus y Ornithopus en el suelo medio.

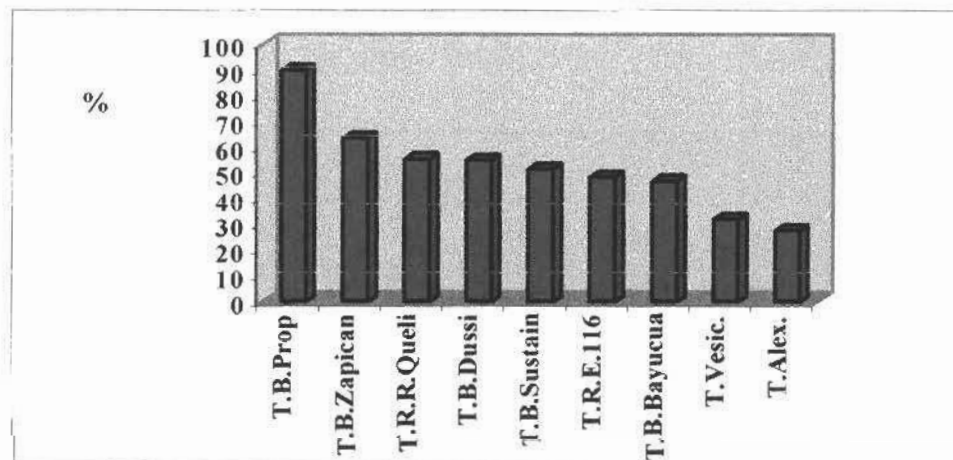


Figura N°19. Porcentajes de implantación del género Trifolium en el suelo medio.

4.4.2.2 Gramíneas.

En éste suelo los porcentajes de implantación fueron muy similares entre las especies evaluadas, no encontrándose diferencias significativas entre ellas.

Cuadro N°25: Número de plantas y porcentajes de implantación para gramíneas en suelo medio.

ESPECIE	N°/PL/m ²	% DE IMPLAN.
<i>Festuca arundinacea</i>	229	52.1 a
<i>Bromus cauleticus</i>	165	51.0 a
<i>Dactylis glomerata</i>	646	47.3 a
<i>Lolium multiflorum</i>	335	41.6 a
Promedio	344	48.0
Coefficiente de variación (%)	62	9.8

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre valores de la columna correspondiente a porcentaje de implantación.

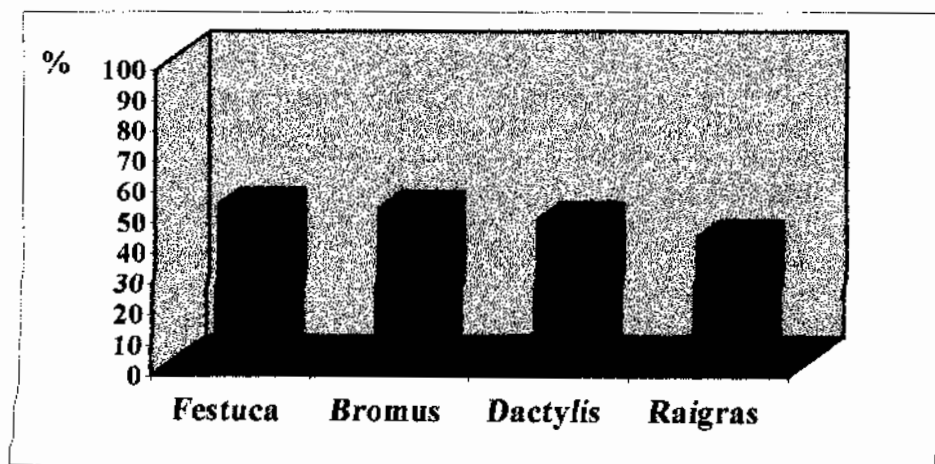


Figura N°20. Porcentajes de implantación de gramíneas en suelo medio.

4.4.3. Suelo Profundo

En este sitio se igualan los porcentajes de implantación entre leguminosas (40.24%) y gramíneas (40.5%), mostrándose una evolución desfavorable para las gramíneas al descender en la posición topográfica, no siendo este efecto tan pronunciado para las leguminosas.

Dentro de las leguminosas la especie de mayor implantación fue trébol blanco cv. Prop con 74.9% (563 plantas/m²), siendo *Ornithopus* la de menor implantación, con 17% (67 plantas/m²).

Para las gramíneas *dactylis* presentó mejor comportamiento con 46% de implantación (628 plantas/m²), y nuevamente raigras la de menor con 33.5% (270 plantas/m²).

Cuadro N°.26: Número de plantas y porcentajes de implantación para leguminosas y gramíneas en suelo profundo.

ESPECIE	Nº/PL/m ²	% DE IMPLAN.
T. blanco cv. Prop	563	74.9 a
T. blanco cv. Dusi	420	59.9 ab
T. blanco cv. Zapicán	370	57.9 bc
T. rojo cv. Redqueli	310	57 bcd
T. blanco cv. Sustain	399	54 bcd
T. rojo cv. E. 116	268	49.3 bcd
T. blanco cv. Bayucúa	325	48.7 cd
<i>Dactylis glomerta</i>	628	46 cd
<i>Festuca arundinacea</i>	182	41.4 cde
<i>Bromus auleticus</i>	132	41 cde
<i>Lotus corniculatus</i> cv. SG	384	40.8 de
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. LT2	329	35.6 ef
<i>L. pedunculatus</i> cv. Sunrise	320	34.6 fg

<i>Lolium multiflorum</i>	270	33.5 fg
<i>Lotus tenuis</i>	266	25.5 fgh
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	233	25.5 fgh
<i>Lotus subiflorus</i> cv. Rincón	315	22.3 ghi
<i>Trifolium vesiculosum</i>	196	22.2 ghi
<i>Trifolium alexandrinum</i>	110	18.7 hi
<i>Ornithopus compressus</i>	67	17 i
Promedio	308	40.3
Coefficiente de variación (%)	45.5	39.2

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre valores de la columna correspondiente a porcentaje de implantación.

4.4.3.1 Leguminosas.

Al igual que en los suelos anteriores trébol blanco cv. Prop es la especie de mayor implantación con 74.9%. En un segundo grupo se encuentran trébol blanco cv. Dusi (59.9%), trébol blanco cv. Zapicán (57.9%), trébol rojo cv. Redqueli (57%), trébol blanco cv. Sustain (54%), trébol rojo cv. E116 (49.3%). Un tercer grupo lo conforman Trébol blanco cv. Bayucua (48.7%), *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (40.8%), *Lotus pedunculatus* cv. LT2 (35.6%), *Lotus pedunculatus* cv. Sunrise (34.6%), *Lotus pedunculatus* cv. Maku y *Lotus tenuis* con 25.5%.

Las especies con menores performances en éste sitio fueron *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón (22.3%), *Trifolium vesiculosum* (22.2%), *Trifolium alexandrinum* (18.7%) y *Ornithopus* (17%).

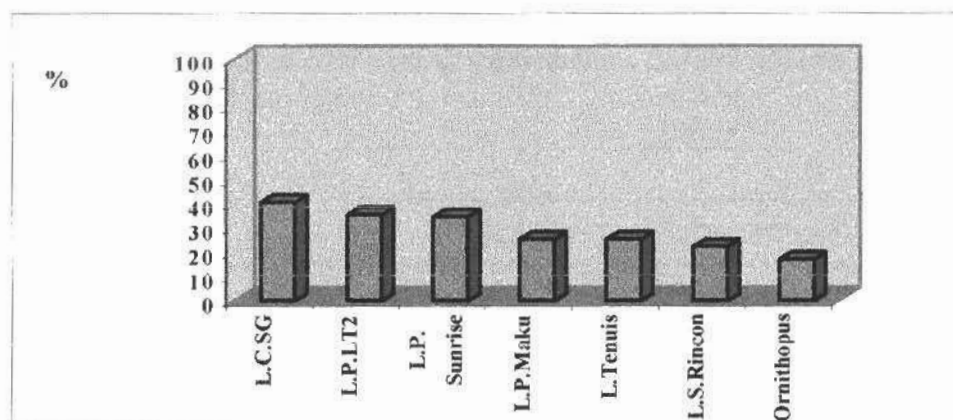


Figura N° 21. Porcentajes de implantación del género Lotus y Ornithopus en el suelo profundo.

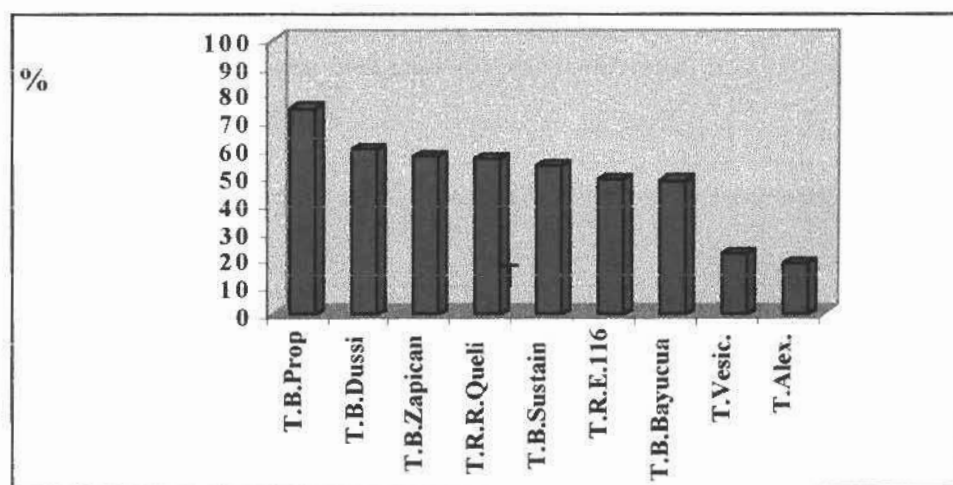


Figura N° 22. Porcentajes de implantación del género Trifolium en suelo profundo.

4.4.3.2. Gramíneas.

A diferencia del suelo anterior Dactylis es la especie que presenta mayor porcentaje de implantación (46%), festuca y bromus presentan valores muy similares

(41.4 y 41% respectivamente) y raigras es la especie con menor comportamiento (33.5%), siendo las diferencias no significativas.

Cuadro N° 27. : Número de plantas y porcentajes de implantación para gramíneas en suelo profundo.

ESPECIE	N°/PL/m ²	% DE IMPLAN.
<i>Dactylis glomerata</i>	628	46 a
<i>Festuca arundinacea</i>	182	41.4 a
<i>Bromus auleticus</i>	132	41 a
<i>Lolium multiflorum</i>	270	33.5 a
Promedio	303	40.5
Coefficiente de variación	73.9	12.7

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre valores de la columna correspondiente a porcentaje de implantación.

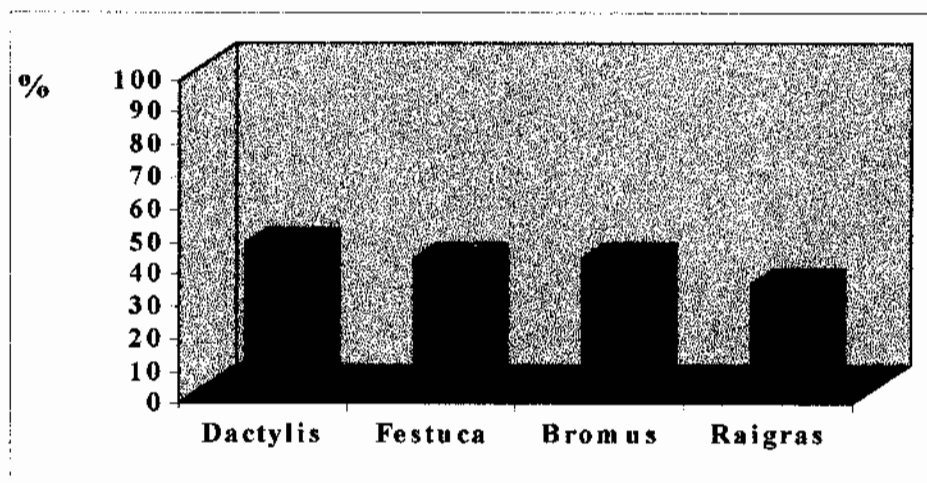


Figura N° 23. Porcentajes de implantación de gramíneas en suelo profundo.

4.4.4. Comparación entre sitios

Comparando los resultados obtenidos en este ensayo con los antecedentes de las situaciones presentadas, se visualizan claramente los altos niveles de implantación logrados en esta situación particular. Puede interpretarse entonces que las condiciones climáticas y edáficas fueron favorables para los procesos de germinación y establecimiento de plántulas.

Un suceso importante que explicaría los resultados obtenidos en la implantación de siembras en cobertura es la ocurrencia de lluvias luego de la siembra, minimización de pérdidas de la humedad del suelo o cualquier situación que reduzca ésta pérdida (Baycé, D. *et al.*, 1984). Afirmando lo citado por éstos autores; Amorín y González (1986) cit. por Cianelli y Ottonello (1998), encontraron que ningún factor ambiental es tan importante en el establecimiento de la pastura como lo es el agua. En estudios realizados en el área basáltica para dos años consecutivos, se observó que el clima era fundamental para lograr la implantación de especies introducidas en el tapiz natural. En éstos se comprobó, que el efecto año influye en mayor grado que los métodos de siembra (Carámbula, 1977). Este mismo autor en 1994, confirma que el efecto año es uno de los factores que más afectan el proceso de implantación, señalando la importancia de la variación entre especies; y destaca que es la única variable involucrada que escapa al control del productor.

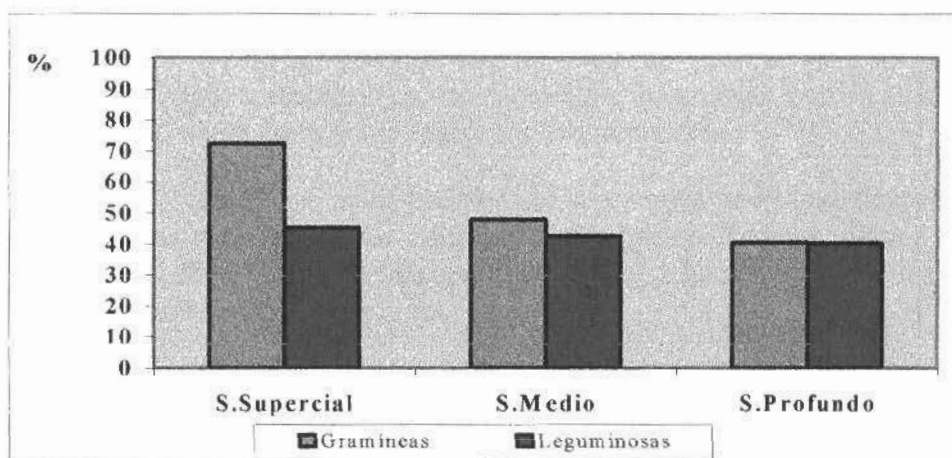


Figura N°24. Porcentajes de implantación para las dos grandes familias en los ambientes estudiados.

Surge de la observación para las gramíneas una tendencia que el mejor ambiente para la implantación fue el suelo superficial, seguido por el suelo medio, siendo el ambiente más limitante para la implantación el suelo profundo. Estas no encontraron en las zonas más bajas su mejor ambiente, ya que dos de las especies evaluadas (Bromus y

Dactylis) se adaptan a suelos bien drenados; y la competencia de las especies estivales presentes debido a un verano favorable podrían haber explicado este comportamiento.

El mayor porcentaje de implantación registrado en el suelo superficial se debería a la existencia de un tapiz más abierto, que junto con altos contenidos de agua en el suelo hasta el mes de agosto favorecerían la implantación de éstas especies.

En cambio, las leguminosas presentan un comportamiento similar en todos los sitios, no existiendo diferencias en el porcentaje de implantación. Cabría esperar que los valores de implantación aumentaran siguiendo el gradiente topo-edáfico, ya que se acentúan las diferencias en lo referente a la capacidad de almacenamiento de agua y fertilidad natural de los suelos. En tales condiciones las leguminosas capitalizarían los beneficios del bajo en su comportamiento (Carámbula, 1977; Formoso y Allegri, 1980). Sin embargo al no ser limitantes los niveles hídricos de los tres suelos durante la implantación y la fertilidad (debido a las fertilizaciones realizadas) no se observan dichas ventajas.

4.4.4.1 Leguminosas

4.4.4.1.1 Trébol blanco

Se encontró que el mejor ambiente fue el suelo superficial, con un establecimiento promedio para los 5 cultivares de 66.4%, siendo el comportamiento en el suelo medio de 61.5% y en el suelo profundo de 49.2%.

Todos los cultivares excepto Prop, no mostraron diferencias significativas cuando sus implantaciones fueron comparadas entre los tres ambientes.

El cultivar Prop fue el que se destacó en los tres ambientes estudiados (cuando su comportamiento fue analizado entre cultivares), no diferenciándose con los cultivares Sustain, Zapican y Dusi en el suelo superficial, pero sí haciéndolo con los restantes cultivares en los suelos medio y profundo

Cuadro N° 28: Diferencias significativas entre suelos para los cultivares de trébol blanco.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	CV (%)
cv. Prop	85 a A	90 a A	74.9 b A	83.3	9.2
cv. Bayucua	33.8 a B	47 a B	48.7 a B	43.2	18.8
cv. Sustain	75.6 a A	51.6 a B	54 a AB	60.4	21.8

cv. Zapican	69.4 a A	63.8 a B	57.9 a AB	63.7	9.0
cv. Dusi	68 a A	55.2 a B	59.9 a AB	61	10.6
Promedio	66.3	61.5	59.1		
C.V. (%)	29.2	27.7	16.6		

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Letras minúsculas indican diferencias estadísticas entre suelos ($p=0.05$).

Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas entre cultivares ($p=0.05$).

A pesar que la bibliografía señala como ambiente ideal para el desarrollo y para la implantación del trébol blanco suelos con buena capacidad de almacenamiento de agua e incluso en aquellos con drenaje imperfecto, se vio que la mejor performance se logro en el suelo superficial. Esto puede estar explicado porque cuando las condiciones climáticas no son extremas, tiene índices de establecimiento razonables (Risso y Morón, 1990); como así también en tapices abiertos y poco agresivos (Hume y Chapman, 1993).

Carámbula (1977), señala que ésta especie posee un desarrollo inicial relativamente lento, debiéndose controlar la competencia de las otras plantas para su implantación. Por otra parte, Langer (1981) agrega que es muy escasa su tolerancia a condiciones de sombreado. Esto podría estar determinando el comportamiento en el suelo profundo (tapiz denso y con especies competitivas como *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, ciperáceas, etc.), ya que al darse las condiciones favorables para el crecimiento de especies constituyentes del tapiz, (altas temperaturas, buena disponibilidad de agua y pocas heladas), provocarían una mayor competencia hacia la especie introducida.

4.4.4.1.2. Trébol rojo

Los dos cultivares evaluados presentaron un comportamiento diferente. El cultivar E. 116 no mostró diferencias significativas en los 3 sitios experimentales, mientras que el cultivar Redqueli encontró su mejor ambiente en el suelo superficial, existiendo diferencias significativas respecto a los otros suelos.

Analizando cada ambiente se observó que el cultivar Redqueli estuvo por encima del cultivar E. 116 solo en el suelo superficial.

Cuadro N° 29: Diferencias significativas entre suelos para los cultivares de trébol rojo.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V. (%)
cv. E. 116	46.3 a B	48.5 a A	49.3 a A	48	3.2
cv. Redqueli	69.9 a A	55.6 b A	57 ab A	60.8	12.9
Promedio	58.1	52	53.1		
C.V (%)	28.7	9.6	10.2		

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Letras minúsculas indican diferencias estadísticas entre suelos ($p=0.05$).

Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas entre cultivares ($p=0.05$).

Según Muslera y Ratera (1991) y Risso, D y Moron, A., (1990) esta especie es una planta agresiva, de rápido desarrollo inicial, gran tolerancia a la sombra y soporta bien la competencia. Esto podría explicar los resultados obtenidos.

La implantación del cv. Redqueli es más lenta que la del cv. E116; a igual tamaño de semilla, la implantación más lenta de cv. Redqueli es debida a que prioriza el crecimiento de la raíz y corona (Bologna, J. com pers.).

4.4.4.1.3 *Lotus tenuis*

Lotus tenuis encontró el mejor ambiente para su desarrollo en el suelo profundo (25.5%); no habiendo diferencias significativas con los otros dos suelos. La bibliografía determina que su mejor adaptación es en suelos de pobre drenaje (Langer, 1981; Muslera y Ratera, 1991; Bologna y Hill, 1992), está especialmente adaptada a suelos bajos, aunque prospera bien en otros ambientes no tan húmedos. Es frecuente encontrar la especie muy bien adaptada en campos bajos de la zona de Castillos (Rocha) y Frayle Muerto (Cerro Largo) (J. Bologna, com. pers.). La germinación a 17°C indica que la siembra de ésta especie temprano en primavera o tarde en el otoño podría ser una alternativa interesante.

El vigor bajo de las plántulas afecta el éxito de siembra. El peso de la semilla es un rasgo asociado al vigor de las plántulas (Benselinck y Mc Graw, 1982; Mujica y Rumi, 1991). Algunos factores del ambiente que tienen lugar en ciertas estaciones o lugares no son favorables para una rápida y eficaz germinación (Mujica, M. y Rumi, C., 1990).

Cuadro N° 30: Diferencias significativas entre suelos para *Lotus tenuis*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V. (%)
<i>Lotus tenuis</i>	17.4 a	18.7 a	25.5 a	20.5	21.2

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

4.4.4.1.4 *Lotus corniculatus*

La mayor implantación se logró con 47.1% en el suelo superficial, siendo la implantación en los dos sitios restantes muy similares (medio 39.4% y profundo con 40.8%); no habiendo diferencias significativas en los tres sitios estudiados.

Cuadro N° 31: Diferencias significativas entre suelos para *Lotus corniculatus*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V. (%)
<i>Lotus corniculatus</i>	47.1 a	39.4 a	40.8 a	42.4	9.6

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

A pesar de poseer un rango de adaptación muy amplio en cuanto a las condiciones de suelo, tiene un vigor inicial relativamente bajo, lento establecimiento, tanto en siembras convencionales como en siembras en el tapiz. Es, por lo tanto, extremadamente susceptible a la competencia que pueda ejercer la vegetación nativa. El control de la pastura natural, es un factor crítico en las etapas iniciales de su crecimiento. Brumer, J. y Riel, D. (1996) señalan que a las plántulas de *Lotus corniculatus* les falta vigor y no compiten bien con la vegetación, existiendo a menudo un establecimiento difícil. Qualls (1968) demostró que el porcentaje de germinación en la mayoría de las variedades de *Lotus corniculatus* aumentan cuando las temperaturas subían de 15 a 21°C.

Sin embargo, Moron y Risso (1990), en siembras de ésta especie en cobertura demostró un excelente comportamiento por facilidad de implantación, altos rendimientos anuales, interesante aporte invernal y muy buena persistencia.

4.4.4.1.5. *Lotus pedunculatus*

Realizando un promedio de implantación para los tres cultivares estudiados, se encontró que el mejor ambiente fue el suelo superficial con 45.2%, seguido por el suelo medio (38.8%) y el profundo con 39.9%, siendo éstas diferencias no significativas.

De los tres cultivares evaluados, el cultivar Sunrise registró los mejores valores de implantación, no siendo esta superioridad significativamente diferente con los restantes cultivares.

Cuadro N° 32: Diferencias significativas entre suelos para *Lotus pedunculatus*.

Cultivar	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V (%)
Cv. LT2	35.9 a A	40.9 a A	35.6 a A	37.5	7.9
Cv. Maku	41.6 a A	34.1 a A	25.5 a A	33.7	24
Cv. Sunrise	58.2 a A	41.6 a A	34.6 a A	48	22.8
Promedio	45.2	38.8	31.9		
C.V. (%)	25.6	10.7	17.4		

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Letras minúsculas indican diferencias estadísticas entre suelos($p=0.05$).

Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas entre cultivares ($p=0.05$).

El género *Lotus* es uno de los más lentos para establecerse (Armstrong, 1974). Las proporciones de germinación son reducidas comparadas con trébol rojo y blanco y el cv. Maku no alcanza el 75% de germinación a temperaturas por debajo de 10°C (Keoghan; J.M. y Burgess, R. C., 1987).

El cv. Maku tiene semillas más grandes que los otros cultivares de *Lotus pedunculatus*, esto le da vigor para su germinación y facilidad para su establecimiento (Mc Laughlin *et al.*, 1989; cit. por Castaño y Menéndez, 1998). Sin embargo esto no fue observado en éste ensayo.

Lotus pedunculatus cv. Maku podría resultar demasiado agresivo al dominar a los componentes nativos del tapiz, lo que si bien es favorable en un principio, consistiría en un aspecto negativo pero solucionable por manejo (Sheath, 1980). Su comportamiento se resiente mas en suelos superficiales, ocurriendo una reducción del stand por muerte de estolones y plantas, lo que concuerda con su mayor adaptación a suelos y ambientes húmedos (Charlton *et al.*, 1978).

El cv. Maku tiene limitado su establecimiento en regiones severamente frías y con pastoreos en períodos críticos de enero-marzo donde hay difusión de rizomas (Dumbar y Costello, 1985; Wedderburn y Lowther, 1985). Este problema con *Lotus pedunculatus* cv Maku se ha solucionado con el cultivar LT2 (mayor capacidad de competencia inicial) que mejora la germinación a temperaturas bajas (Charlton, J. F., 1987).

4.4.4.1.6 *Lotus subbiflorus*

El porcentaje de establecimiento es similar para los tres ambientes estudiados, promediando 22.1%, evidenciando su amplia adaptabilidad a diferentes tipos de suelos en un buen año. En tal sentido Methol y Solari (1994) y Carámbula, M., *et al.*, 1994, señalan que pueden dominar tanto en litosoles como en bajos húmedos.

Cuadro N° 33: Diferencias significativas entre suelos para *Lotus subbiflorus*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V. (%)
<i>Lotus subbiflorus</i>	22.9 a	21.3 a	22.3 a	22.1	3.6

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (p=0.05).

4.4.4.1.7. *Ornithopus compressus*.

Los valores de establecimiento no variaron significativamente entre los diferentes suelos. Muslera y Ratera (1991) y Carámbula, M., (1994), citan su adaptabilidad a cualquier tipo de suelo.

Cuadro N° 34: Diferencias significativas entre suelos para *Ornithopus compressus*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V. (%)
<i>Ornithopus compressus</i>	16 a	13.9 a	17 a	15.6	10.1

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (p=0.05).

4.4.4.1.8. *Trifolium alexandrinum*

Presenta un mayor establecimiento en el suelo medio, con 27.8%, siendo similares los resultados en los suelos superficial y profundo (20.1% y 18.7% respectivamente), siendo las diferencias no significativas. Muslera y Ratera (1991) y Carámbula, M., (1994), sostienen que ésta especie no se adapta bien a suelos mal drenados.

Cuadro N° 35: Diferencias significativas entre suelos para *Trifolium alexandrinum*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V.(%)
<i>Trifolium alexandrinum</i>	20.1 a	27.8 a	18.7 a	22.2	22

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

4.4.4.1.9. *Trifolium vesiculosum*

Los mejores valores de implantación los logró en el suelo medio, con 32.1%, siendo en el profundo mayor que la del superficial (22.2% vs. 17.1%). Presenta adaptación a suelos arcillosos pero no tolera suelos mal drenados o sujetos a encharcamiento (Carámbula, M., 1994).

Cuadro N° 36: Diferencias significativas entre suelos para *Trifolium vesiculosum*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V.(%)
<i>Trifolium vesiculosum</i>	17.1 b	32.1 a	22.2 ab	23.8	32

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

4.4.4.2. Gramíneas.

4.4.4.2.1. *Festuca arundinacea*

Esta especie encontró su mejor ambiente para implantarse el suelo superficial, con 80.1%, existiendo diferencias significativas con los restantes suelos; siendo los otros dos ambientes similares en los porcentajes de implantación (52.1% para el suelo medio y 41.4% para el profundo).

Cuadro N° 37: Diferencias significativas entre suelos para *Festuca arundinacea*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V.(%)
<i>Festuca arundinacea</i>	80.1 a	52.1 b	41.4 b	57.8	34.5

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Festuca arundinacea tiene una implantación muy lenta dado que sus plántulas son poco vigorosas, y por lo tanto es muy vulnerable a la competencia ejercida por otras especies (Carámbula, M. 1976; Langer, R. 1981). Por esta razón debe manejarse con mucho criterio si no se quiere correr el riesgo de perderla por competencia ya sea de malezas o de especies forrajeras de buen vigor inicial. Baycé *et al.* (1984), encontró que *Festuca arundinacea* superaba la implantación de bromus. También Bologna y Hill (1992), manifiestan que ésta especie tolera muy poco el sombreado por otras plantas. Como resultado, el menor comportamiento de ésta especie en el bajo pudo deberse a la mayor competencia ejercida por el tapiz de éste suelo.

4.4.4.2.2. *Bromus auleticus*

Bromus auleticus posee bajo vigor inicial, aunque emite hojas medianamente largas permitiéndole tolerar la competencia de especies nativas establecidas. La partición inicial de M.S. favorece al sistema radicular; las plántulas tienen gran capacidad de competencia una vez emergidas (compite muy bien por luz). El hecho de que la especie demore entre 10-15 a 30 días para germinar (Olmos, 1985; Boggiano, 1990 y Freire, 1990), y el macollaje comience entre 40-60 días post-siembra (Olmos, 1985) sumado a su bajo vigor inicial, determina que su implantación sea muy lenta, lo que en siembras en cobertura las hace muy susceptibles a la competencia ejercida por la vegetación residente. Sin embargo, Olmos, F. (1993), señala que en pasturas relativamente "abiertas", con mayor proporción de especies cespitosas se logra una adecuada instalación de *Bromus* aún con forraje presente en el momento de la siembra. Carámbula, M., (1994), señala que no acepta niveles altos de humedad.

En tal sentido, esta especie presentó una implantación de 69.4% en el suelo superficial, la más alta de los sitios estudiados (suelo medio 51% y profundo 41%); cabe destacar que se observaron plantas aisladas de *Bromus* naturalizado.

Cuadro N° 38: Diferencias significativas entre suelos para *Bromus auleticus*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V.(%)
<i>Bromus auleticus</i>	69.4 a	51 b	41 b	53.8	26.7

Letras diferentes indican diferencias estadísticas (p=0.05).

4.4.4.2.3. *Dactylis glomerata*

Muestra su mejor comportamiento en el suelo superficial, con 76.9% de implantación, siendo los suelos medios y profundos similares en cuanto a sus valores (47.3% y 46% respectivamente).

Cuadro N° 39: Diferencias significativas entre suelos para *Dactylis glomerata*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V.(%)
<i>Dactylis glomerata</i>	76.9 a	47.3 b	46 b	56.7	30.8

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

La bibliografía cita que se adapta a un amplio rango de texturas de suelo. Es poco tolerante a los excesos hídricos y presenta un buen establecimiento ya que tolera bien la sombra, lo cual le brinda una ventaja para soportar la competencia de otras plantas (Muslera y Ratera, 1991; Carámbula, M., 1994; Langer, R., 1981).

4.4.4.2.4. *Lolium multiflorum*

El suelo superficial fue el mejor ambiente para la implantación de raigras, siendo ésta de 62.9%, en los restantes ambientes tuvo un comportamiento similar (41.6% en el suelo medio y 33.5% en el profundo).

Cuadro N° 40: Diferencias significativas entre suelos para *Lolium multiflorum*.

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo	Promedio	C.V.(%)
<i>Lolium multiflorum</i>	62.9 a	41.6 b	33.5 b	46	33

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

A pesar de que ésta especie posee una tasa de crecimiento muy alta, con plántulas muy vigorosas, tolerantes a la competencia en las fases iniciales de crecimiento; en el suelo profundo las condiciones predominantes en el momento de la siembra y posteriores a ella determinaron que estas ventajas del raigras se vieron disminuidas por la fuerte competencia de la vegetación residente.

4.5. DINÁMICA POBLACIONAL

La dinámica poblacional como era de esperar se caracterizó por el establecimiento de un número elevado de plántulas, un mantenimiento temporal de la población establecida y una posterior reducción progresiva en el número de plántulas. Esto está asociado a las estrategias poblacionales de las especies utilizadas y a las condiciones ambientales, incluyendo el manejo del pastoreo.

En forma general se observa un comportamiento diferencial para todas las especies: mientras algunas reducen su población del primer al segundo conteo; otras lo aumentan. Esto puede ser debido a un proceso de pérdida de plántulas (competencia intra e interespecífica), de mayor o menor intensidad en estadios tempranos de desarrollo y a la existencia de condiciones favorables para nuevos ciclos de germinaciones. Luego de los 160 días el número de plantas disminuye hasta los 320 días de sembrado (último conteo). También se observó un comportamiento diferencial de las especies en función del sitio experimental, lo que muestra la diferente adaptabilidad a los ambientes estudiados.

4.5.1. Leguminosas

4.5.1.1. Trébol Blanco

A continuación se presentan las gráficas que muestran la evolución de plantas y puntos de crecimiento (p.c.) para los tres sitios evaluados y los diferentes cultivares estudiados.

De forma general se puede concluir que todos los cultivares mostraron la misma tendencia, disminución en el número de plantas y en los p.c. hasta el final del período experimental. Esto puede deberse a que a partir de setiembre las condiciones ambientales no fueron favorables para el desarrollo de las plantas, observándose un marcado déficit hídrico en los tres suelos, haciéndose más notorio en el suelo superficial; siendo esta especie la más sensible al stress hídrico por su escaso desarrollo radicular (Carámbula, M. 1977).

Brock y Hay (1995), sugieren que la sequía de verano-otoño generalmente son menos severas en el trébol blanco que las sequías tempranas de primavera-verano. Esto puede ser debido a que las poblaciones de plantas que se recuperan de la fragmentación primaveral pueden ser más susceptibles al stress en ese momento. Además Bologna y Hill (1992), proponen que un motivo de la desaparición de las plantas en verano que durante cortos períodos las condiciones son adecuadas para el crecimiento y reactivan sus meristemas y al producirse nuevamente un stress por reducción del agua disponible (alta ETP), agotan sus reservas.

En cuanto a puntos de crecimiento, Brock *et al.*, (1988), encontró para los cultivares de hoja chica promedios de 11000 p.c./m² bajo pastoreos continuo y 3040 p.c./m² para pastoreo rotativo; para los cultivares de hoja mediana 3650 p.c./m² y 1810 p.c./m² respectivamente y para los cultivares de hoja grande 2140 p.c./m² y 1400 p.c./m² respectivamente.

El crecimiento de una planta involucra producción de nuevos estolones de los nudos de los ápices, muerte de estolones primarios de nudos del extremo basal y nacimiento y muerte de estolones de nudos axilares (Erith, 1924; Kershaw 1959; Chapman , 1983;

Sackville Hamilton y Harpex, 1989.). Así, el número de nudos/planta es una función de la proporción a la que estos procesos ocurren. El desarrollo de estolones laterales de los brotes axilares facilita la propagación de la planta. La muerte de un estolón de un nudo primario suelta un estolón lateral como una planta independiente del mismo genotipo que la planta madre (Hay, M *et al* ;1991). Hay variaciones estacionales en tamaño de la planta (peso seco de hojas y estolones, longitud de estolón y N° de estolones y hoja por planta) que muestran una significativa disminución en primavera con recuperación durante el siguiente verano (Brock , J *et al*; 1988).

La contribución al peso seco de la hoja y la presencia de brotes axilares es más baja durante invierno y temprano en la primavera (junio-setiembre); mientras el numero de raíces es más grande tarde en el invierno-primavera (agosto-noviembre). La tasa de alargamiento de estolones son más altas tardes en la primavera y verano cuando las temperaturas se acercan al optimo para el alargamiento del estolón de 20-25°C (Chapman, D., 1983).

Un modelo anual de crecimiento de trébol blanco muestra en el invierno (cuando el crecimiento es lento) una proporción grande de estolones enterrados (Hay *et al*, 1987). Tarde en el invierno-temprano en primavera con el comienzo del nuevo crecimiento, se forman nuevas raíces nodales, y cuando los puntos de crecimiento recobran la superficie de la tierra, grandes proporciones de raíces viejas y estolones desde la estación anterior mueren o se deterioran rápidamente (Hay *et al*; 1987). Esta separación de estolones causa plantas de tamaño pequeño, resultando en una disminución de productividad y supervivencia (Harper, 1977); por consiguiente es posible que mientras las plantas de trébol blanco están en su tamaño mínimo en primavera, éstas pueden ser mas vulnerables a stress (medioambiental y de manejo). Esto podría ser la causa de pérdidas súbitas de trébol blanco en pasturas reportadas por Hoglund (1985) durante dos primaveras secas.

Esto crea un desequilibrio temporal en la distribución de la población, con una proporción de plantas pequeñas que aumentan a mediados de primavera (Brock *et al*; 1988); muchas de las cuales mueren y a menudo no hay un aumento correspondiente en el número de plantas (Hay *et al*;1989). El cambio en tamaño de plantas que comprende la población de trébol blanco no es fácilmente discernible; la densidad de puntos de crecimiento no es a menudo afectada, y hay un efecto pequeño en producción de forraje (Caradus, 1971).

4.5.1.1.1 Cultivar Zapicán

En el primer conteo se observa que posee el mayor número de plantas en el suelo superficial, (443 pl./m²), respecto a los suelos medios y profundos (407 y 370 pl./m² respectivamente). Hacia el segundo conteo se observa una caída en el número de plantas en todos los suelos, con mayor énfasis en el suelo superficial, con 35% de reducción

(287 pl./m²), siendo ésta de un 17% en el suelo medio (338 pl./m²) y un 30% en el profundo (258/m²).

En el tercer conteo al analizar p.c. se observó que la mayor población se encontró en el suelo profundo, con 2316 p.c./m², seguido por el suelo medio con 1989 p.c./m², y bastante menor densidad en el superficial (1369 p.c./m²). Desde el tercer conteo en adelante existe una disminución en los p.c., siendo ésta más notoria desde el 30/11/98 al 15/01/99.

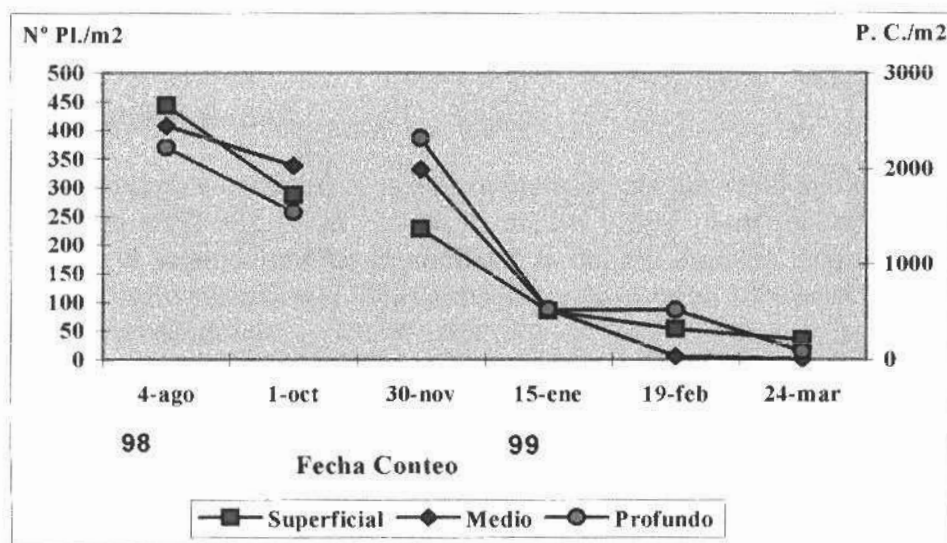


Figura N°25. Evolución del N° de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Zapicán en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 41: Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Zapican	Sup-Med		*	ns	Ns	Ns
	Sup-Prof		*	ns	Ns	Ns
	Med-Prof		ns	ns	Ns	Ns

Considerando el promedio de trébol blanco Zapicán en cada momento vemos que no existen diferencias significativas entre medias en los tres suelos, excepto en la fecha 30/11/98 en el que el promedio del suelo superficial es significativo a los suelo medio y profundo.

Fueron ajustadas ecuaciones lineales y coeficientes de regresión para los datos de trébol blanco Zapicán en los tres suelos, resultando los modelos:

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Zapicán	Sup.	$y = 2412.6 - 10.2x$	0.87
	Med.	$y = 3812.2 - 17.9x$	0.86
	Prof.	$y = 4175.5 - 18.6x$	0.83

4.5.1.1.2. Cultivar Sustain

De forma similar se encontró el mayor número de plantas en el suelo superficial al 04/08/98 (558 pl./m²), 381 pl./m² en suelo medio y 399 pl./m² en el profundo. La evolución hacia el segundo conteo es similar a la del cv. Zapicán, con una caída más marcada para el suelo superficial (33% de disminución), contra 10% en el suelo medio y 18% en el suelo profundo.

Al 30/11/98 el número de p.c./m² fue 3490 para el suelo profundo, 1938 para el medio y 1256 para el superficial, existiendo diferencias significativas entre ellos. Posteriormente se observó una caída hasta el último conteo presentando solo diferencias significativas en la fecha 19/02/99, en la que el suelo profundo difiere de los valores registrados en los suelos superficial y medio.

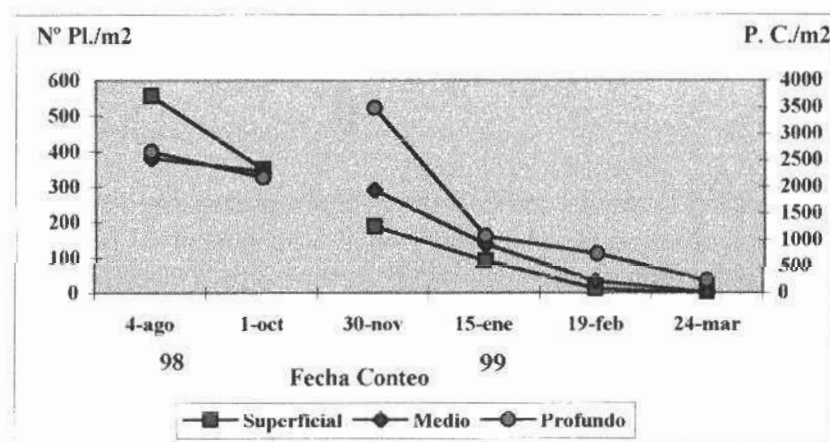


Figura N°26. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Sustain en tres suelos de basalto.

Este cultivar presenta estolones más gruesos, combina buena densidad de estolones con hojas grandes (Bologna, J., com. pers.).

Cuadro N° 42: Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Sustain	Sup-Med		*	ns	Ns	Ns
	Sup-Prof		*	ns	*	Ns
	Med-Prof		*	ns	*	Ns

Para éste cultivar se ajustaron ecuaciones lineales para los tres suelos y sus correspondientes coeficientes de regresión:

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Sustain	Sup.	$y = 2565 - 11.7x$	0.95
	Med.	$y = 3903.9 - 17.6x$	0.96
	Prof.	$y = 6352.9 - 27.9x$	0.87

4.5.1.1.3. Cultivar Prop

El suelo medio muestra hacia el primer conteo el mayor número de plantas /m² (845) comparado con los suelos superficial y profundo. Al segundo conteo, la población de los tres suelos tienden a equipararse, mostrando una disminución, siendo ésta más marcada para el suelo superficial.

Al analizar p.c. (3^{er} conteo) se observa un mayor número de estos en el suelo profundo, siendo superiores a los encontrados en los suelos superficial y medio, diferenciándose estadísticamente entre si. A partir de esa fecha, la evolución en los p.c. es similar: existe una reducción en el número, siendo más apreciable ésta desde el 3^{er} conteo al 4^{to} en los suelos medio y profundo. No existieron diferencias estadísticas en los posteriores conteos, a excepción del 4to conteo en el que el suelo superficial difiere del suelo profundo.

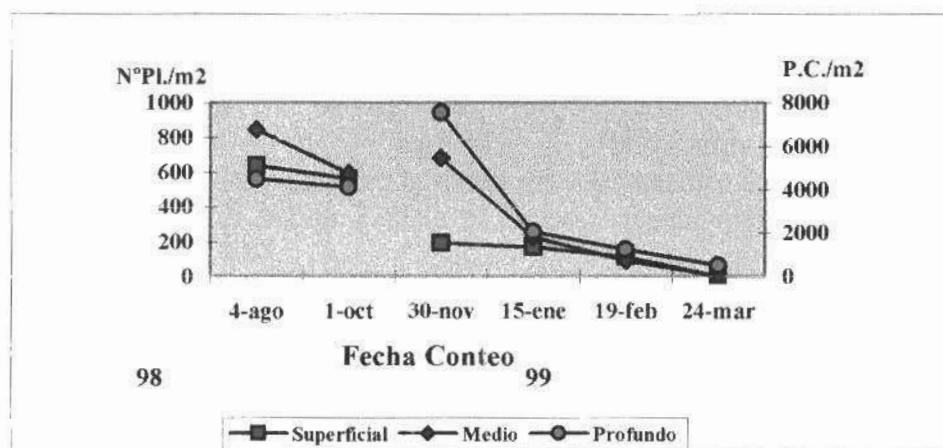


Figura N°27. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Prop en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 43: Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Prop	Sup-Med		*	ns	Ns	Ns
	Sup-Prof		*	*	Ns	Ns
	Med-Prof		*	ns	Ns	Ns

Las ecuaciones de tendencia para los tres suelos fueron lineales y los coeficientes de regresión fueron superiores al 80%.

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Prop	Sup.	y= 3289.4-13.1x	0.85
	Med.	y= 10479.0-47.6x	0.92
	Prof.	y= 13690.0-61.0x	0.85

Los cultivares de hoja pequeña (cv. Prop) se caracterizan por poseer muchos estolones, raíces fibrosas poco profundas y rendimiento por estolón bajo; establecimiento lento y plasticidad en la forma del crecimiento. Es activo en primavera, en primavera-verano y el mayor énfasis es en persistencia más que en rendimiento (Caradus y Woodfield, 1998).

4.5.1.1.4. Cultivar Bayucúa.

El primer conteo muestra un número similar de plantas/m² (320 aprox.) para los suelos medio y profundo, siendo menor para el suelo superficial (226). Mientras que hacia el segundo, los suelos superficial y profundo presentan una reducción en el número de plantas, el suelo medio lo aumentó por reclutamiento a partir de semillas duras.

En cuanto a puntos de crecimiento, el suelo profundo muestra el mayor número (2883 p.c./m²), seguido por el medio y superficial (1519 y 727 p.c./m² respectivamente), siendo diferentes estadísticamente entre sí. La evolución posterior en el número de p.c. con el tiempo a partir del 30/11/98 es similar a los otros cultivares, siendo muy notoria la disminución en el suelo profundo desde el 3^{er} conteo al 4^{to} conteo (caída de un 70% en p.c.).

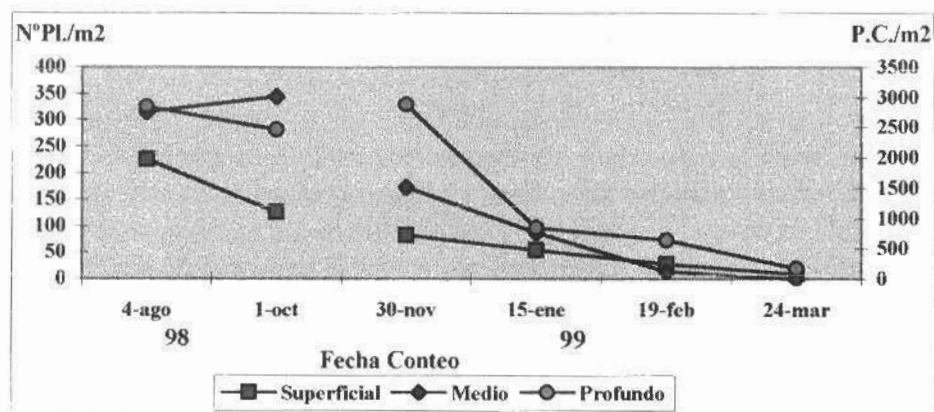


Figura N°28. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Bayucúa en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 44: Evolución de la densidad de puntos de crecimiento en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Bayucúa	Sup-Med		*	ns	Ns	Ns
	Sup-Prof		*	ns	Ns	Ns
	Med-Prof		*	ns	Ns	Ns

A continuación se presentan las ecuaciones de tendencia y el coeficiente de regresión para el cultivar Bayucúa.

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Bayucúa	Sup.	y= 1413.5-5.8x	0.99
	Med.	y= 3105.9-14.1x	0.95
	Prof.	y= 5237.4-23.1x	0.87

4.5.1.1.5. Cultivar Dusi

Al 4/8/98 se encontró el mayor número de plantas en el suelo superficial (478 pl/m²), mientras que en el suelo profundo y medio las poblaciones son menores (420 y 387 pl/m² respectivamente). La evolución hacia el segundo conteo es similar a los otros cultivares, con reducciones que llevan a los tres suelos a poseer un número similar de plantas (300 pl/m²); siendo la magnitud de la caída mayor en el suelo superficial (35%).

Al 30/11/98, el suelo profundo presenta el mayor número de p.c. (1947 p.c/m²), siendo superiores a los encontrados para los suelos medio y superficial (1188 y 1364 p.c./m²), difiriendo estadísticamente solo del suelo medio. A partir de dicha fecha la tendencia es similar para los tres suelos: reducciones en el número de p.c. hasta el final del periodo experimental, destacándose la caída observada desde el 3^{er} conteo al 4^{to} en el suelo profundo, no existiendo diferencias significativas entre los suelos.

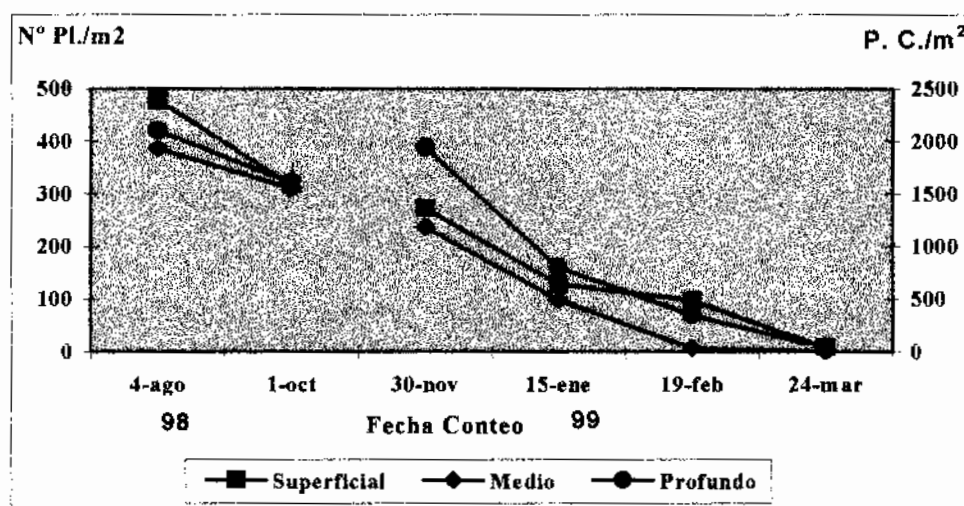


Figura N°29. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Dusi en tres suelos de basalto.

Los cultivares de hojas grandes (caso cv. Dusi) presentan pocos estolones, raíces más profundas y rendimiento por estolón alto. Establecimiento rápido; mantiene su forma de crecimiento y presenta buen crecimiento en la estación fría. El mayor énfasis es en rendimiento en lugar de la persistencia (Caradus y Woodfield, 1998).

Cuadro N° 45: Diferencias estadísticas de puntos de crecimiento entre suelos para las diferentes fechas de conteos.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Dusi	Sup-Med		ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof		ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof		*	ns	ns	Ns

Las ecuaciones de regresión para los tres suelos son lineales y los coeficientes de regresión son superiores al 90%.

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Dusi	Sup.	$y = 2621.5 - 11.2x$	0.96
	Med.	$y = 2382.9 - 11.0x$	0.92
	Prof.	$y = 3781.0 - 16.8x$	0.95

De forma general se observa que la evolución en el número de puntos de crecimiento concuerda con el patrón estacional de producción de éstos en trébol blanco, citado por la bibliografía, que indica una menor población en la primavera explicada por la fragmentación y muerte de estolones. También se destaca que los cultivares de hojas chicas (cv. Prop) presentan una mayor densidad de puntos de crecimiento que los cultivares de hojas media y grandes (cv. Sustain, Bayucúa, Zapicán y Dusi).

4.5.1.2. Trébol Rojo

4.5.1.2.1. Cultivar Estanzuela 116

Este cultivar presenta un aumento del número de plantas desde el primer conteo al segundo en los suelos medio y profundo, pasando de 265 a 306 pl/m², y 268 a 394 pl./m² respectivamente. Una posible explicación al comportamiento observado pudo ser que, al continuar las situaciones favorables para la germinación luego de la siembra (buenas precipitaciones y temperaturas algo superiores a la media), nuevas tandas de

germinaciones hayan ocurrido. Lo contrario sucede en el suelo superficial, donde se observa una disminución en el número de plantas (253 a 213 pl/m²). En esta fecha existen diferencias significativas en los números de plantas para los tres ambientes.

A partir del 30/11/98 la gráfica muestra que existe una caída importante para los tres sitios, llegando incluso a no encontrarse plantas en los suelos superficial y medio al 24/03/99. En la tercer fecha el suelo profundo se diferencia estadísticamente de los suelos superficial y medio, mientras que en la cuarta fecha solo lo hace con el suelo superficial.

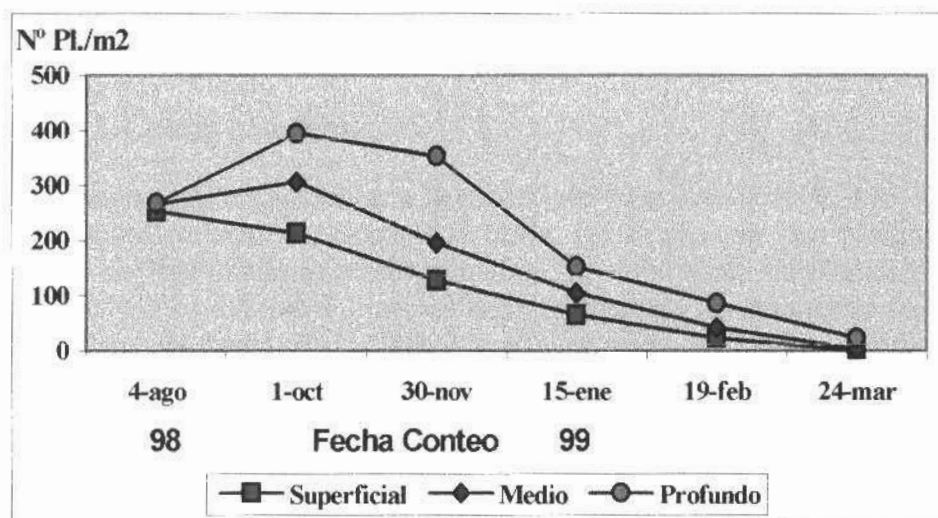


Figura N°30. Evolución del número de plantas/m² del cv. E116 en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 46: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
E. 116	Sup-Med	*	ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof	*	*	*	ns	Ns
	Med-Prof	*	*	ns	ns	Ns

Para éste cultivar las ecuaciones ajustadas fueron lineales para los suelos superficial y medio, y cuadrática para el suelo profundo.

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
E. 116	Sup.	$y = 269.8 - 1.2x$	0.97
	Med.	$y = 326.5 - 1.3x$	0.85
	Prof.	$y = 289.3 + 1.9x - 0.01x^2$	0.90

4.5.1.2.2. Cultivar Redqueli

Muestra una tendencia similar a la encontrada para el cultivar E. 116, aunque ya a partir del segundo conteo se evidencia la caída. No se produce una pérdida total de plantas, ya que se llega al último conteo con 40 pl./m² en el suelo superficial y 22 pl./m² en el profundo. No existieron diferencias significativas en las diferentes fechas entre suelos, excepto en la fecha 30/11/98 en la que el suelo profundo se diferencia del superficial y medio.

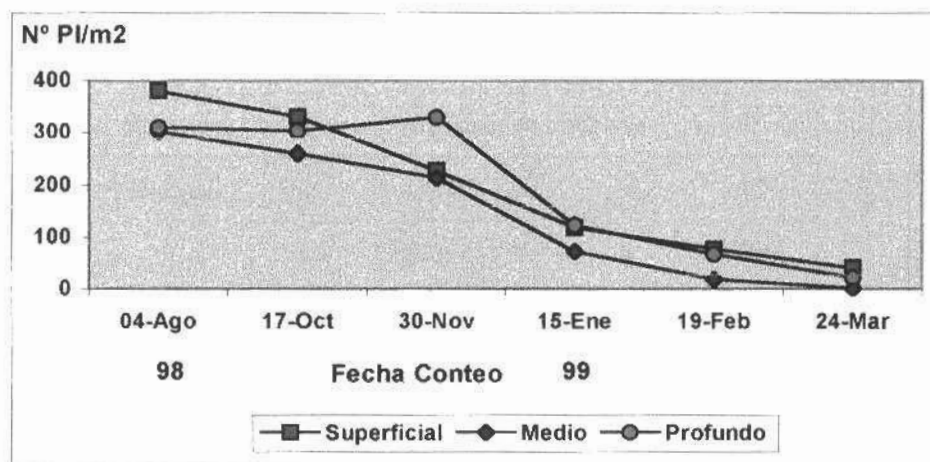


Figura N°31. Evolución del número de plantas/m² del cv. Redqueli en tres suelos de basalto.

Trébol rojo demostró el comportamiento que más se acerca al de una especie anual. La concentración inicial de la germinación que presenta la especie y la alta tasa con que se realiza éste proceso, coloca a la plántula en una situación más vulnerable ante la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas adversas en periodos

inmediatamente posteriores a la siembra. La explicación de las disminuciones a partir del segundo conteo podría ser el stress hídrico producido en los tres suelos a partir del mes de setiembre.

Se concluye también que el mejor ambiente para el desarrollo del cultivar E. 116 es el suelo profundo, ya que mantuvo niveles superiores de plantas a lo largo del período experimental, no ocurriendo lo mismo para el cultivar Redqueli.

Cuadro N° 47: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Redqueli	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof	ns	*	ns	ns	Ns
	Med-Prof	ns	*	ns	ns	Ns

Para este cultivar las ecuaciones lineales ajustadas y el coeficiente de regresión fueron las siguientes:

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Redqueli	Sup.	$y = 406.8 - 1.6x$	0.96
	Med.	$y = 337.5 - 1.5x$	0.93
	Prof.	$y = 378.2 - 1.4x$	0.77

4.5.1.3. *Lotus pedunculatus*

Un sistema subterráneo extenso que consiste en una corona primaria y raíz principal, rizomas y raíces fibrosas son un rasgo dominante del hábito de crecimiento de *Lotus pedunculatus*. La conveniencia de *Lotus pedunculatus* como una leguminosa adaptada para tierras húmedas y/o tierras infértiles pueden depender del desarrollo de densos sistemas subterráneos superficiales. La expansión de rizomas en otoño, seguida

por fragmentación en invierno, resultan en cobertura y propagación de nuevas unidades de plantas y resulta la naturaleza colonizadora de ésta planta (Sheath, G.W., 1979).

El hábito de crecimiento de *Lotus pedunculatus* es dominado por un sistema subterráneo que consiste en una corona central y raíz principal que se une a una red superficial de rizomas y a raíces fibrosas asociadas (Mac. Donald, 1946). La expansión de éste sistema ocurre tarde en el verano-otoño y puede involucrar una acumulación grande de M.S. (Sheath, G.W., 1979).

Durante invierno y primavera, mucho de éste crecimiento es perdido por fragmentación de rizomas viejos y plantas “multicoronadas”. La propagación resulta en nuevas plantas, resaltando la habilidad colonizadora de ésta especie (Sheath, G.W., 1979).

4.5.1.3.1. Cultivar Sunrise

Al 4/8/98 el mayor número de plantas/m² encontrada correspondió al suelo superficial (538 pl/m²), seguida por valores similares en los suelos medios y profundos (384 y 320 pl/m²). Posteriormente existe una reducción significativa en el suelo superficial, llegando a contabilizarse 193 pl/m² menos; en cambio la disminución en el suelo profundo es menos marcada (100 pl/m² menos). Por otro lado, en el suelo medio se mantiene el stand de plantas.

Hacia el 3^{er} conteo, donde se empiezan a contabilizar p.c., se observa una mayor cantidad de éstos en el suelo profundo (2425 p.c/m²), teniendo una evolución descendente a lo largo del período experimental, pero siempre por encima de los otros dos ambientes. En cambio, el suelo medio presenta al 30/11/98 2075 p.c./m², no siendo diferente significativamente respecto al suelo profundo, cayendo abruptamente al 4to conteo (800 p.c/m²) y manteniendo la tendencia descendente hasta el último conteo. En el suelo superficial se encuentra el menor número de p.c/m² al 3^{er} conteo, diferenciándose estadísticamente del suelo superficial y profundo, con posteriores reducciones en el número con el tiempo, aunque estas son menores a las visualizadas en el suelo medio e incluso encontrándose valores superiores a los citados para el suelo medio. En la cuarta fecha el suelo superficial no presenta diferencias significativas en los valores encontrados respecto al suelo medio, encontrándose diferencias en los valores del suelo profundo con respecto a los del suelo superficial y medio, manteniéndose éstas hasta el final del período solo con el suelo medio.

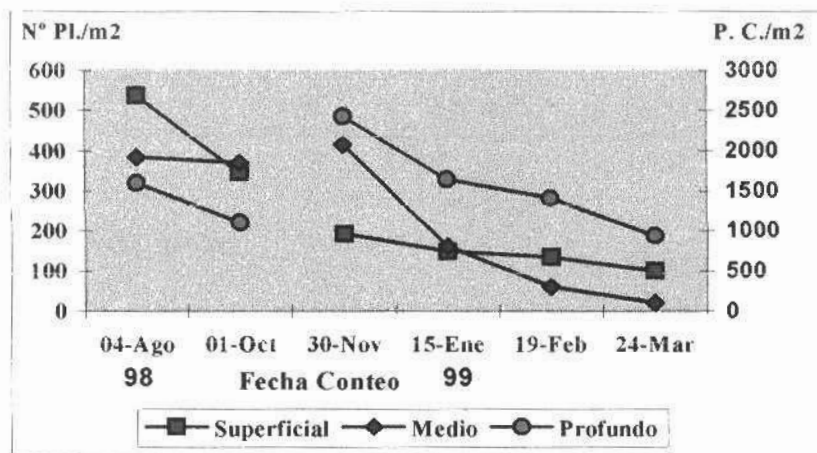


Figura N°32. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Sunrise en tres suelos de basalto.

Lotus pedunculatus cv. Sunrise presenta una mejor performance de los cultivares postrados de *Lotus pedunculatus* en pastoreo (Harris *et al.*, 1973; Lambert *et al.*, 1974), que parecería estar relacionada a su habilidad de retener una población residual mayor de brotes más activos que pueden comenzar el recrecimiento inmediato a la defoliación (Sheath, 1979).

Cuadro N° 48: Evolución de la densidad de tallos/m² en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Sunrise	Sup-Med		*	ns	ns	Ns
	Sup-Prof		*	*	ns	Ns
	Med-Prof		ns	*	*	*

Las líneas de tendencia ajustadas para cada suelo y sus respectivos coeficientes de regresión son los siguientes:

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
----------	-------	-------------------------	----------------

Sunrise	Sup.	$y = 1415.3 - 3.9x$	0.98
	Med.	$y = 3952.2 - 17.6x$	0.92
	Prof.	$y = 3859.0 - 12.9x$	0.98

4.5.1.3.2. Cultivar Maku

El suelo superficial nuevamente presenta el mayor número de plantas/m² al primer conteo (381pl/m²), aunque existe una importante reducción hacia el 2do (disminución de un 35%). En cambio, los suelos medios y profundos muestran un número similar en plantas/m² (312 y 236 pl/m² respectivamente). Al 2^{do} conteo, la población de ambos suelos permanece relativamente constante.

En cuanto a los p.c./m², los tres ambientes muestran al 30/11/98 valores muy similares (1696 p.c./m² para el suelo superficial, 1746 p.c./m² para el medio y 1533 p.c./m² para el profundo), no siendo diferentes estadísticamente. Sin embargo la evolución posterior en el tiempo es diferente para los tres sitios: mientras que la población de p.c. cae abruptamente en el suelo medio hasta casi no contabilizarse p.c. al final del período experimental; los suelos superficial y profundo muestran una disminución menos marcada; llegando incluso a igualarse los valores en los dos últimos conteos. Se establecieron diferencias estadísticas solamente en la fecha 19/02/99, en la que el suelo medio presentó valores de p.c./m² menores a los registrados por los suelos superficial y profundo.

El cultivar Maku difiere de cultivares diploides de *Lotus pedunculatus* en tener menor número inicial de plantillas, menor número de puntos de crecimiento, hojas más grandes y tallos más gruesos y más erectos.

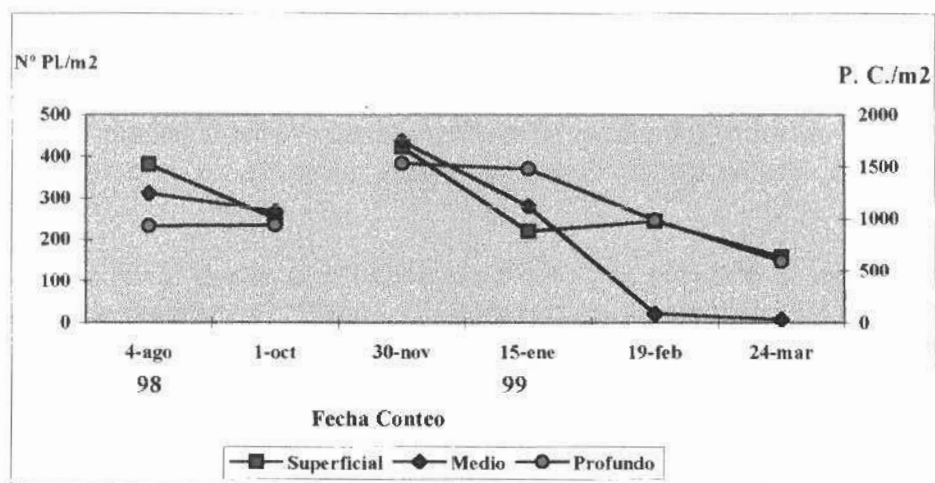


Figura N°33. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. Maku en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 49: Evolución de la densidad de tallos/m² en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Maku	Sup-Med		ns	ns	*	Ns
	Sup-Prof		ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof		ns	ns	*	Ns

Las ecuaciones de tendencia y coeficientes de regresión para el cultivar Makú son los siguientes:

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Makú	Sup.	y= 2570.7-8.6x	0.82
	Med.	y= 3697.3-16.6x	0.93
	Prof.	y= 2683.6-8.6x	0.87

4.5.1.3.3.Cultivar LT2.

Los tres sitios mostraron un número similar de plantas/m² al primer conteo (345 pl/m² en promedio). Al 2^{do} conteo, el suelo medio y profundo mostraron una reducción en el stand de plantas (siendo mas marcada en el profundo); mientras se visualizó un aumento de plantas en el suelo superficial posiblemente a una nueva tanda de germinación.

Al 3^{er} conteo, donde se estudian los p.c./m², se encontró el mayor número de éstos en el suelo profundo (2254/m²), 1847 p.c./m² en el superficial y 1251 p.c./m² en el medio, siendo este último valor diferente estadísticamente solo del suelo profundo. A partir de este conteo se observa una tendencia similar en la evolución de p.c./m² para los suelos superficial y profundo; una reducción con el tiempo, aunque el suelo profundo siempre se mantuvo por encima del superficial, no siendo estadísticamente diferentes. Por otro lado, en el suelo medio las reducciones en las poblaciones son mas pronunciadas, siendo éste un ambiente mas limitante debido a que el tapiz se recuperó mas rápido y los ovinos pastoreaban con mayor frecuencia en la ladera, difiriendo estadísticamente en la fecha 19/02/99 de los suelos superficial y profundo, llegando casi a desaparecer en el último conteo en el que se iguala estadísticamente con el suelo superficial.

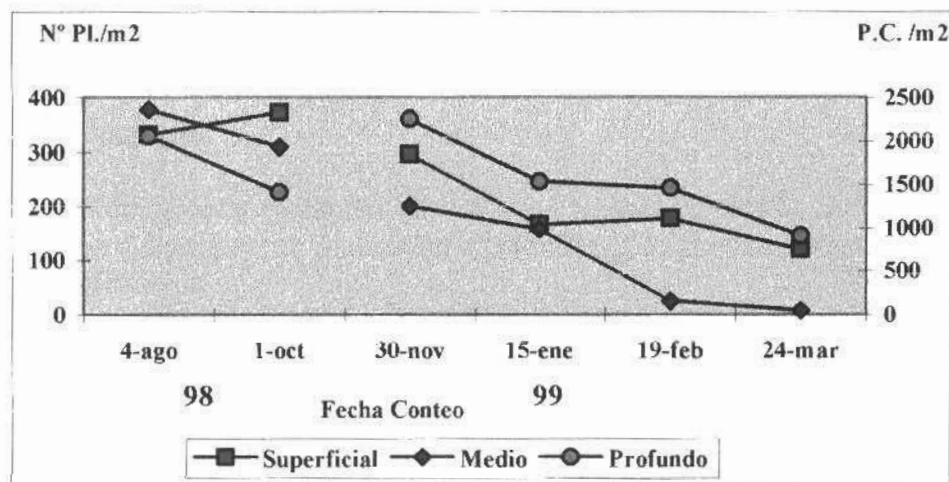


Figura N°34. Evolución del número de plantas/m² y puntos de crecimiento del cv. LT2 en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 50: Evolución de la densidad de tallos/m² en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Cultivar	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Lt2	Sup-Med		ns	ns	*	Ns
	Sup-Prof		ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof		*	ns	*	*

Fueron ajustadas ecuaciones lineales y coeficientes de regresión para los datos del cultivar LT2 en los tres suelos resultando los modelos:

Cultivar	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
Lt2	Sup.	$y = 2763.4 - 8.9x$	0.85
	Med.	$y = 2702.7 - 11.8x$	0.91
	Prof.	$y = 3517.0 - 11.1x$	0.95

4.5.1.4. *Lotus subbiflorus*

La tendencia general es similar en todos los suelos, existiendo una disminución gradual a lo largo del período de evaluación en el número de plantas, no estableciéndose diferencias significativas.

Las plantas puede continuar vegetando durante el verano (Risso *et al.*, 1990), y en ciertas ocasiones puede constatarse una proporción de plantas bianuales (Carámbula *et al.*, 1994). Esto se observa en los dos últimos conteos realizados, constatándose un buen número de plantas presentes en el tapiz en los suelos superficiales y profundos, promovido por las precipitaciones ocurridas en el mes de febrero (173 mm).

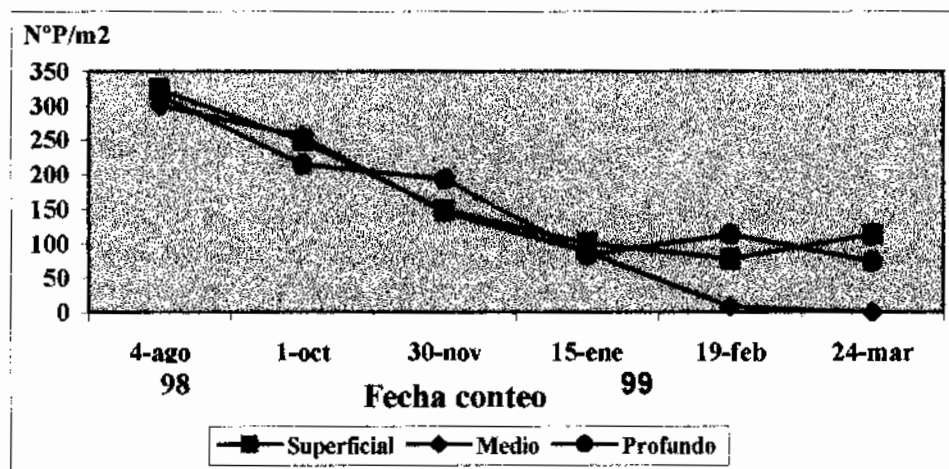


Figura N°35. Evolución del número de plantas/m² de *Lotus subbiflorus* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 51: Evolución de la densidad de número de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Lotus subbiflorus</i>	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	ns

Fueron ajustadas ecuaciones lineales y coeficientes de regresión para los datos de *Lotus subbiflorus* en los tres suelos, resultando los modelos:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Lotus subbiflorus</i>	Sup.	y= 308.3-1.1x	0.87

	Med.	$y = 322.3 - 1.4x$	0.96
	Prof.	$y = 303.7 - 1.1x$	0.93

4.5.1.5. *Lotus tenuis*

A diferencia de las especies anteriores, *Lotus tenuis* no mostró una disminución tan marcada en el número de plantas a lo largo del período experimental. Esto se demostró con los porcentajes de pérdidas de plantas que van desde 42% en el suelo superficial, 46% en el suelo medio y 51% en el suelo profundo.

El mejor ambiente para ésta especie fue el suelo profundo, ya que el número de plantas siempre fue superior a los otros dos suelos durante el experimento, no encontrándose diferencias estadísticas a lo largo del período.

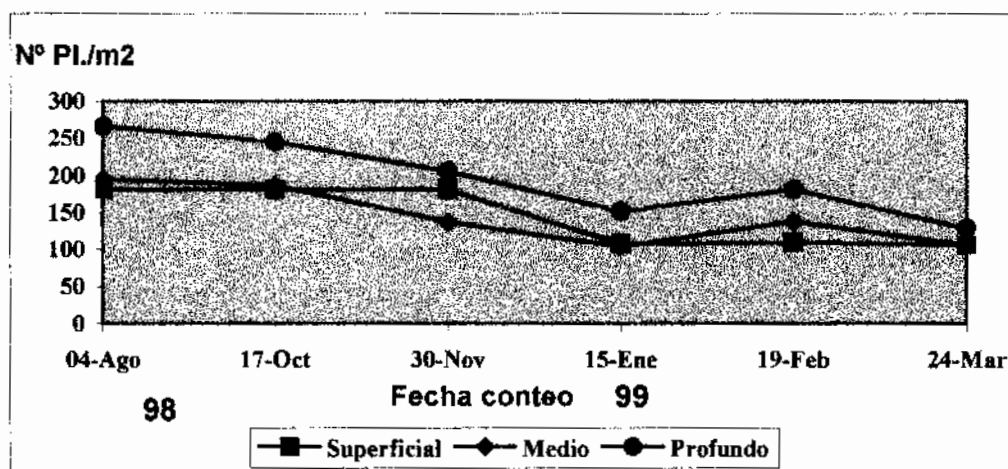


Figura N°36. Evolución del número de plantas/m² *Lotus tenuis* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 52: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Lotus tenuis</i>	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns

Las ecuaciones de tendencia y coeficientes de regresión son las siguientes:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Lotus tenuis</i>	Sup.	$y = 197.6 - 0.4x$	0.74
	Med.	$y = 197.2 - 0.4x$	0.77
	Prof.	$y = 273.4 - 0.6x$	0.89

Los valores encontrados al 1 de febrero se deben a la resiembra natural de ésta especie, el porcentaje de semillas duras permite mantener buen balance entre aparición y pérdida de plantas.

4.5.1.6. *Lotus corniculatus*

En los dos primeros conteos se observó que mientras en los suelos medio y profundo el número de plantas disminuye, en el suelo superficial aumenta. Esto pudo ser debido a nuevas tandas de germinaciones de semillas duras, ya que esta especie presenta un alto porcentaje de éstas. Este aumento en el número de plantas determinó que se establezcan diferencias estadísticas entre el suelo superficial con los otros suelos.

A partir del tercer conteo se observó una reducción en el número de plantas que se manifestó con mayor intensidad en el suelo medio, mientras en los restantes suelos se mantuvieron valores similares en el número de plantas. Esta mayor disminución del suelo medio determinó diferencias estadísticas en la fecha 19/02/99 con el suelo profundo y en la fecha 24/03/99 con el suelo superficial.

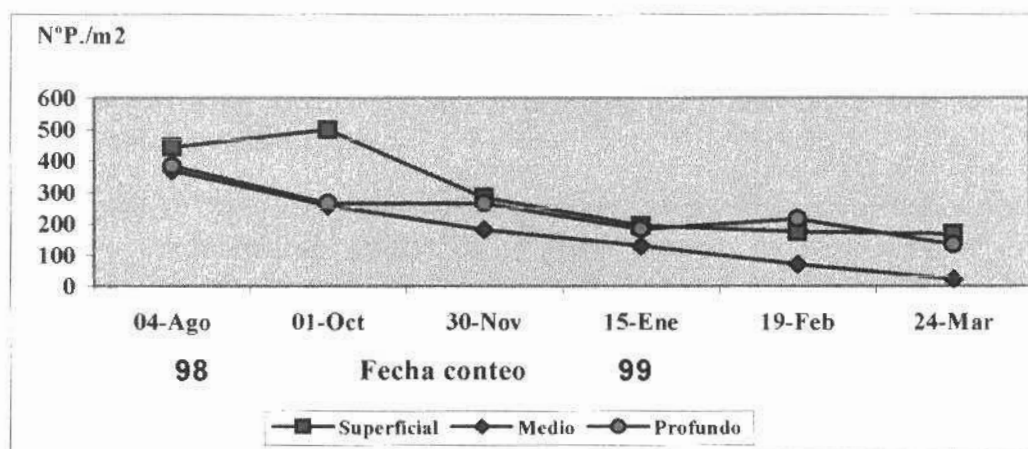


Figura N°37. Evolución del número de plantas/m² *Lotus corniculatus* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 53: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Lotus corniculatus</i>	Sup-Med	*	ns	ns	ns	*
	Sup-Prof	*	ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	*	Ns

Para esta especie se ajustaron ecuaciones lineales para los tres suelos y sus correspondientes coeficientes de regresión:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Lotus corniculatus</i>	Sup.	y= 492.6-1.5x	0.80
	Med.	y= 367.3-1.5x	0.99
	Prof.	y= 366.8-0.9x	0.90

4.5.1.7. *Ornithopus compressus*, *Trifolium alexandrinum* y *Trifolium vesiculosum*

Estas especies serán estudiadas en conjunto por ser anuales y presentar la misma tendencia a lo largo del tiempo.

Mientras *Trifolium alexandrinum* presentó un descenso abrupto desde el primer conteo, no encontrándose plantas en el tercer conteo; en *Ornithopus* y *Trifolium vesiculosum* esa disminución no fue tan pronunciada y la desaparición total de las plantas, por no haber resiembra, se retardó más en el tiempo. Cabe destacar que *Ornithopus* presentó problemas de nodulación. *Trifolium alexandrinum* necesita suelo removido, es sensible a la competencia por luz en implantación y susceptible a heladas (Bologna, J., com. pers.).

Trifolium vesiculosum encontró en el suelo medio su mejor ambiente para desarrollarse, en tanto el comportamiento de *Ornithopus compressus* y *Trifolium alexandrinum* fue similar en los tres suelos estudiados.

El análisis estadístico realizado para éstas especies no presentó diferencias significativas a lo largo del experimento entre suelos. Las líneas de tendencia ajustadas fueron lineales para todos los suelos, con excepción de *Trifolium alexandrinum* en el suelo medio que presentó una línea de tendencia de tipo cuadrática.

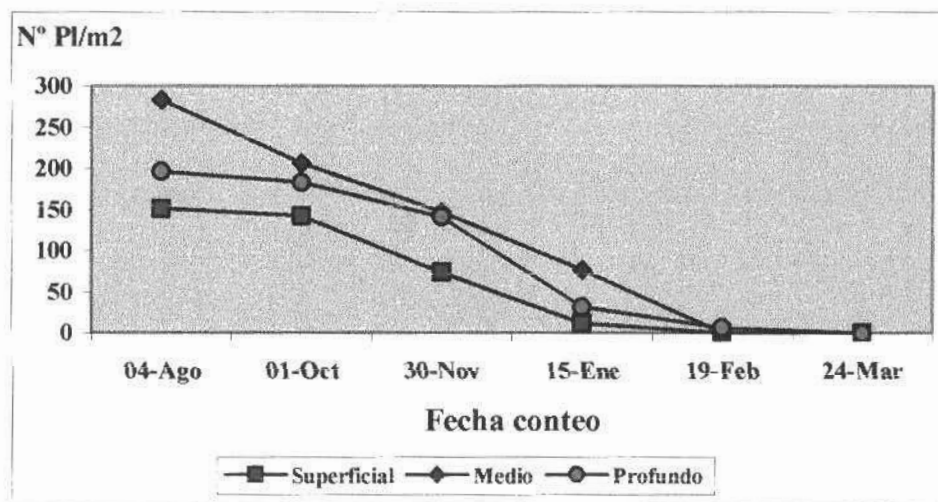


Figura N° 38. Evolución del número de plantas/m² de *Trifolium vesiculosum* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 54: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Trifolium vesiculosum</i>	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Trifolium vesiculosum</i>	Sup.	$y = 165.8 - 0.8x$	0.90
	Med.	$y = 292.8 - 1.3x$	0.98
	Prof.	$y = 224.7 - 1.0x$	0.89

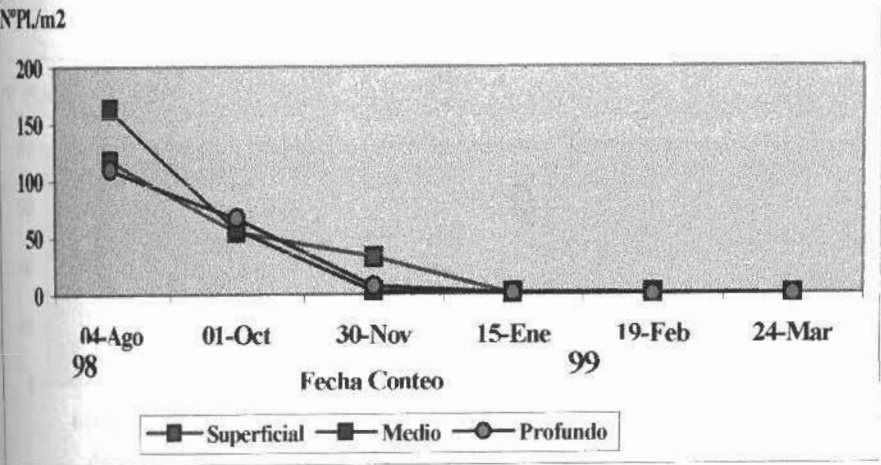


Figura N° 39. Evolución del número de plantas/m² de *Trifolium alexandrinum* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 55: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Trifolium alexandrinum</i>	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns

A continuación se presentan las ecuaciones de tendencia y el coeficiente de regresión para la especie *Trifolium alexandrinum*

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Trifolium alexandrinum</i>	Sup.	$y = 103.0 - 0.5x$	0.91
	Med.	$y = 162.5 - 1.8x + 0.005x^2$	0.99
	Prof.	$y = 96.9 - 0.5x$	0.84

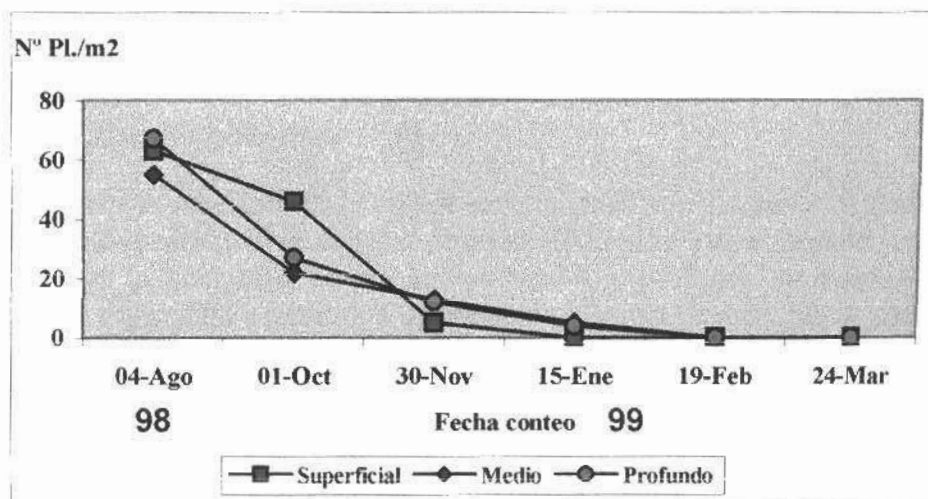


Figura N° 40. Evolución del número de plantas/m² de *Ornithopus compressus* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 56: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
Ornithopus compressus	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	Ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	Ns

Las ecuaciones de regresión para los tres suelos son lineales y los coeficientes de regresión son superiores al 80%.

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Ornithopus compressus</i>	Sup.	$y = 58.5 - 0.3x$	0.84
	Med.	$y = 46.4 - 0.2x$	0.90
	Prof.	$y = 55.7 - 0.3x$	0.88

4.5.2 Gramíneas

4.5.2.1. *Dactylis glomerata*

Se destaca la superioridad inicial de *dactylis* en el suelo superficial (1050 pl./m²), respecto al suelo medio (646 pl/m²) y al profundo (628 pl/m²) en el primer conteo. En el segundo conteo la población en los suelos medio y profundo se mantuvo estable, mientras en el superficial existió una disminución abrupta de 42% de las plantas. Esta caída pudo ser explicada por competencia intraespecífica, que aumenta la sensibilidad a otros factores y regula la población. A partir del segundo conteo se observó una tendencia a una baja en la población en los tres ambientes, siendo el comportamiento en el suelo superficial levemente superior a restantes suelos, no siendo ésta superioridad diferente estadísticamente y manteniéndose a lo largo del experimento.

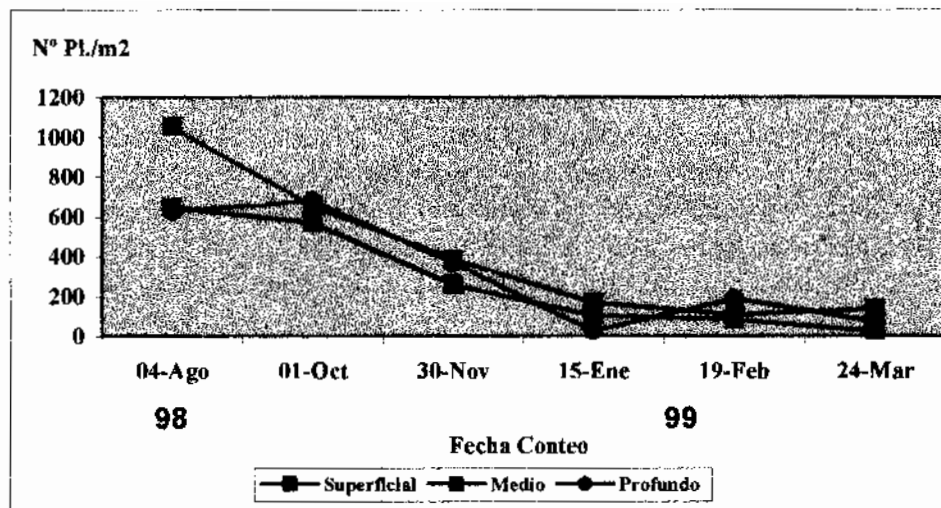


Figura N° 41. Evolución del número de plantas/m² de *Dactylis glomerata* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 57: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Dactylis glomerata</i>	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	ns

Las ecuaciones de tendencia y los coeficientes de regresión son presentados en el siguiente cuadro:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Dactylis glomerata</i>	Sup.	y= 970.5-4.2x	0.93
	Med.	y= 674.0-3.0x	0.93
	Prof.	y= 706.2-2.9x	0.78

4.5.2.2. *Festuca arundinacea*

En el primer conteo el suelo superficial una vez más mostró superioridad en cuanto al número de pl./m², llegándose a contabilizar 352 contra 229 y 182 en el suelo medio y profundo respectivamente. En el segundo conteo el aumento en el número de plantas del suelo medio determinó diferencias estadísticas con el suelo profundo. Desde el segundo conteo en adelante existió una caída en las poblaciones, observándose un número superior en el suelo superficial que establece diferencias significativas desde el tercer conteo en adelante con el suelo medio. Con el suelo profundo se dieron diferencias estadísticas en los conteos 4 y 6.

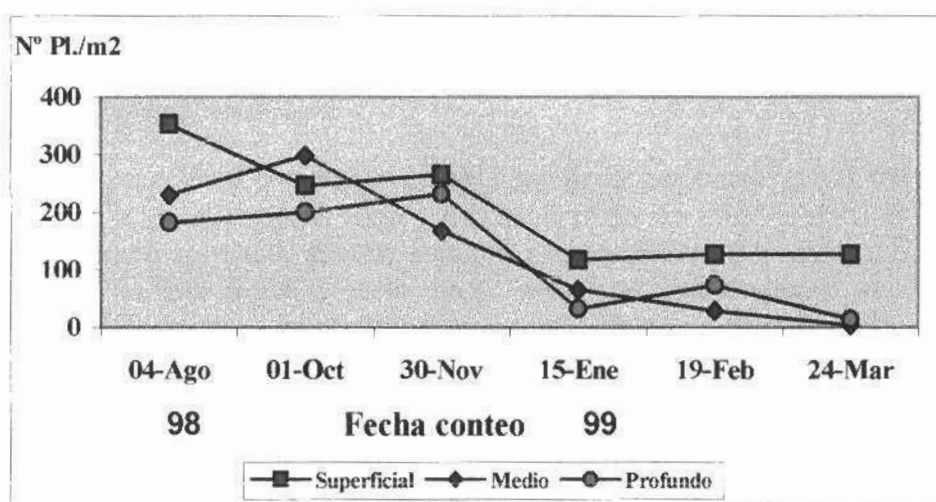


Figura N° 42. Evolución del número de plantas/m² de *Festuca arundinacea* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 58: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Festuca arundinacea</i>	Sup-Med	ns	*	*	*	*
	Sup-Prof	ns	ns	*	ns	*
	Med-Prof	*	ns	ns	ns	ns

Fueron ajustadas ecuaciones lineales y coeficientes de regresión para los datos del cultivar Tacuabé en los tres suelos resultando los modelos:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Festuca arundinacea</i>	Sup.	$y = 344,5 - 1,1x$	0,87
	Med.	$y = 293,3 - 1,2x$	0,79
	Prof.	$y = 233,6 - 0,8x$	0,60

4.5.2.3. *Lolium multiflorum*

El suelo superficial presentó el mayor número de plantas/m² (507), observándose un número similar en el segundo conteo siendo. A partir de 1/10/98 el stand de plantas mostró un descenso marcado, aunque siempre manteniéndose por encima de los otros dos ambientes. En ésta fecha el suelo medio manifestó una tendencia semejante a la observada en el suelo superficial, pero con valores menores, diferenciándose estadísticamente de los suelos superficial y profundo. Sin embargo, el suelo profundo comenzó con el menor número de plantas en el primer conteo (270), y registró un aumento en el número de las mismas en el segundo conteo (482); con una caída posterior hasta el final del período experimental.

En el tercer conteo se igualan los suelos medio y profundo y las diferencias estadísticas se establecen entre éstos con el suelo superficial.

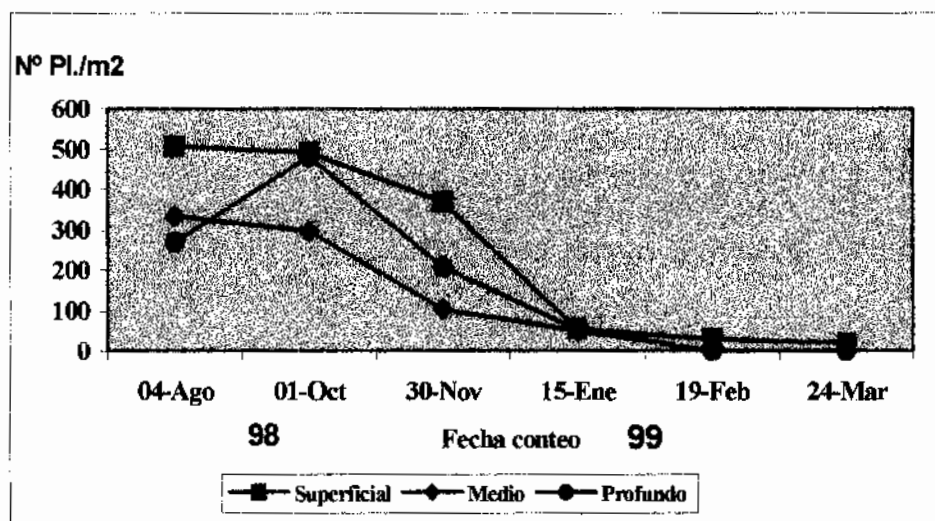


Figura Nº 43. Evolución del número de plantas/m² de *Lolium multiflorum* en tres suelos de basalto.

Cuadro Nº 59: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Lolium multiflorum</i>	Sup-Med	*	*	ns	ns	ns
	Sup-Prof	ns	*	ns	ns	ns
	Med-Prof	*	ns	ns	ns	ns

Las ecuaciones de tendencia y los coeficientes de regresión son los siguientes:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Lolium multiflorum</i>	Sup.	y= 582.5-2.6x	0.86
	Med.	y= 350.1-1.7x	0.91
	Prof.	y= 399.1-1.7x	0.62

4.5.2.4. *Bromus auleticus*

Alcanzó la mayor población en el suelo superficial con 225 pl./m², seguido por el suelo medio con 165 y el profundo 132. En el segundo conteo los tres ambientes mostraron un número similar de plantas; disminuyendo a partir de ésta gradualmente y de forma similar para los tres ambientes, no encontrándose plantas al 19/02/99. A lo largo del período experimental no se registraron diferencias significativas en el número de plantas. La germinación e implantación no fueron limitantes; las plántulas no sobreviven debido a su sensibilidad al estrés hídrico.

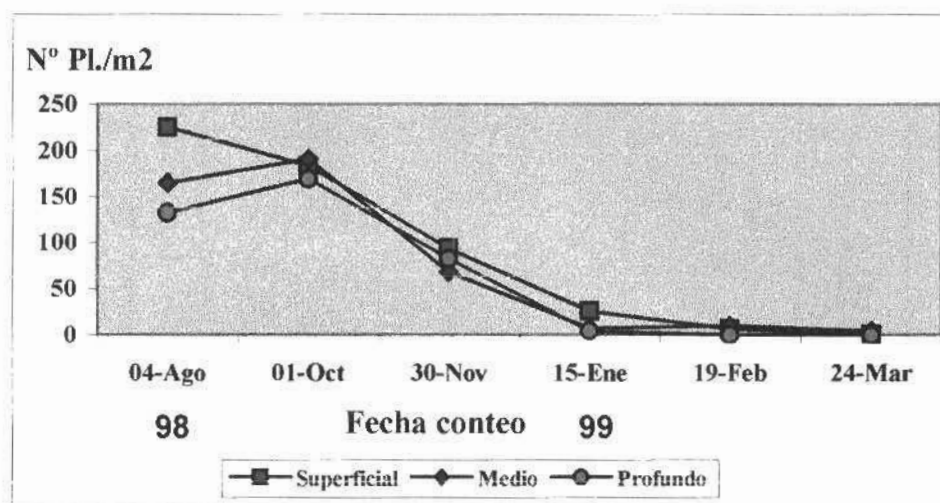


Figura N° 44. Evolución del número de plantas/m² de *Bromus auleticus* en tres suelos de basalto.

Cuadro N° 60: Evolución de la densidad de plantas en tres suelos de basalto y ecuaciones de ajuste.

Especie	Suelos	17/10/98	30/11/98	15/01/99	19/02/99	24/03/99
<i>Bromus auleticus</i>	Sup-Med	ns	ns	ns	ns	ns
	Sup-Prof	ns	ns	ns	ns	ns
	Med-Prof	ns	ns	ns	ns	ns

Para esta especie se ajustaron ecuaciones lineales para los tres suelos y sus correspondientes coeficientes de regresión:

Especie	Suelo	Ecuaciones de tendencia	R ²
<i>Bromus auleticus</i>	Sup.	$y = 233.1 - 1.1x$	0.95
	Med.	$y = 190.0 - 0.8x$	0.80
	Prof.	$y = 165.3 - 0.8x$	0.77

4.6. SOBREVIVENCIA ESTIVAL

El objetivo del conteo de plantas y puntos de crecimiento efectuado a fines de marzo fue determinar que proporción de éstos medidos al 30/11/1998 (3^{er} conteo) sobrevivían a las condiciones de estrés impuestas por el primer verano. La erraticidad de las condiciones climáticas de la etapa estival puede ocasionar importantes pérdidas de plantas. Las situaciones más comunes a las que la población puede verse enfrentada incluyen en primer lugar, la ocurrencia de estrés hídrico, altas temperaturas y la competencia creciente del tapiz natural, compuesto mayoritariamente por gramíneas estivales que reinician su crecimiento desde inicios de primavera. La persistencia productiva depende de la sobrevivencia al primer verano y la regeneración al segundo verano.

Aún cuando las etapas más tempranas de la implantación se desarrollen bajo condiciones de humedad favorables, la competencia puede actuar limitando el crecimiento de las plántulas. Estas pueden llegar a establecerse, sin embargo, finalmente terminarán por sucumbir al verse expuestas al estrés hídrico, térmico o una combinación de ambos, que generalmente se producen durante el verano (Hoen, 1968; Wagner, 1956; citados por Cook, 1980).

El último mes donde hubo un exceso fue setiembre de 1998, a partir de ahí el suelo sufrió déficit hídrico, desde octubre hasta marzo inclusive, lo que determinó que las condiciones para las plantas sean pésimas para sobrevivir el verano.

4.6.1. Porcentaje de sobrevivencia estival

En el período comprendido entre noviembre y marzo (30/11/1998 al 24/3/1999), se observó un marcado descenso en el número de plantas y/o puntos de crecimiento para todas las especies y tratamientos realizados.

Cuadro N° 61: Porcentajes de sobrevivencia estival de las especies estudiadas en los tres ambientes.

Especie	Superficial	Medio	Profundo	Promedio
<i>Lotus tenuis</i>	60 ab	79.7 a	66.3 a	68.6 a
<i>Lotus corniculatus</i> . S.G	62.4 ab	14.7 b	51.3 ab	42.8 b
<i>Lotus subbiflorus</i> Rincón	83.1 a	0 c	38 bc	40.4 b
<i>Lotus pedunculatus</i> Sunrise	62.8 ab	4.5 bc	41.6 b	36.3 bc
<i>Lotus pedunculatus</i> Maku	40.5 bcde	1.8 c	41.5 b	27.9 bcd
<i>Lotus pedunculatus</i> LT2	42.9 bcd	5.2 bc	39.9 bc	29.3 bcd
<i>Dactylis glomerata</i>	36.5 bcde	9.1 bc	21.2 cd	22.3 cde
<i>Festuca arundinacea</i>	51.8 abc	1.9 c	4 de	19.2 def
<i>Trifolium pratense</i> Redqueli	20.2 cdef	0.6 c	8.7 de	9.8 efg
<i>Trifolium repens</i> Bayucua	9 ef	0.2 c	5.4 de	4.9 fg
<i>Trifolium repens</i> Zapican	17.6 def	0.3 c	4.1 de	7.3 efg
<i>Trifolium repens</i> Dusi.	2.7 f	0.5 c	2.2 e	1.8 g
<i>Trifolium pratense</i> E116	0 f	1.6 c	6.5 de	2.7 fg
<i>Bromus auleticus</i>	0 f	8.2 bc	0 e	2.7 fg
<i>Trifolium repens</i> Prop	0.2 f	0.8 c	6.8 de	2.6 fg
<i>Trifolium repens</i> Sustain	0 f	2.2 bc	7 de	3.1 fg

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

4.6.1.1. Leguminosas

4.6.1.1.1. Trébol blanco

En el suelo superficial presentó una sobrevivencia promedio para los cinco cultivares de 5.8%; siendo Zapicán y Bayucua los de mejor comportamiento (17.6% y 9% respectivamente). En el extremo opuesto se encuentran Dusi, Prop y Sustain, con muy baja o nula sobrevivencia estival.

El suelo medio presentó un promedio de 0.8% de sobrevivencia, siendo todos los cultivares muy similares en su comportamiento. En cambio el suelo profundo presentó 5% de sobrevivencia en promedio, destacándose los cultivares Sustain y Prop con 7% y 6.8% respectivamente.

Cuadro N° 62: Diferencias estadísticas entre suelos para los cultivares de Trébol blanco (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar Zapicán	17.6 a	0.3 a	4.1 a
Cultivar Bayucúa	9.0 a	0.2 a	5.4 a
Cultivar Prop	0.2 a	0.8 a	6.8 a
Cultivar Dusi	2.7 a	0.5 a	2.2 a
Cultivar Sustain	0 a	2.2 a	7.0 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Alvez y Treglia, (1998) cita para ésta especie una sobrevivencia promedio de 8.6%. Dowling *et al.*, (1971) sostiene, que la sobrevivencia estival en un verano con lluvias superiores al promedio representa el 25% de las plántulas establecidas en la primavera previa.

Esta especie es la más sensible al stress hídrico por su escaso desarrollo radicular (Carámbula, M. 1977; Millot *et al.*, 1987; Muslera y Ratera, 1991).

El incremento de la sobrevivencia y producción del trébol blanco en áreas propensas a sequías pueden ser logradas por mejoramientos para:

- Evitar la sequía a través de la resiembra previo al inicio del stress hídrico (O'Brien, 1970)
- Mejorar la conservación de humedad a través del tamaño de hoja reducida, cierre estomático y alta resistencia cuticular (Parsons, 1982)
- Mejorar la captación de humedad a través de un sistema de raíz más extenso, más profundo o más denso (Smith y Morrison, 1983; Stevenson y Laidlaw, 1985)

Caradus y Woodfield (1988) señalan como estrategias deseables en cultivares de trébol blanco para sobrevivir la sequía del primer verano lo siguiente:

- ♦ Raíz principal profunda y raíces nodales.
- ♦ Más alta proporción del peso de la raíz.

- ♦ Habilidad de producir un número alto de estolones.

A partir del segundo año la persistencia vegetativa de ésta especie depende de sus estolones cuyas raíces adventicias se concentran en los primeros 10-15 cm., por lo tanto la especie es muy sensible al déficit hídrico (García, 1992). Un nivel alto de recuperación de plantas desde estolones enterrados se ha implicado en mejorar la tolerancia a la sequía (Chapman y Williams, 1990), como la producción de raíces nodales (Mc Farlane *et al.*, 1990).

Las condiciones hídricas del verano afectan la producción de otoño que está muy relacionada a la sobrevivencia de estolones. A su vez determinan si la población de plantas sobrevive de un año a otro por nuevos estolones o por resiembra natural, pudiendo afectar su persistencia (Caradus y Mackay, 1991 cit. por Bremermann, F. *et al.*, 1996); por eso el mejoramiento apunta a mantener la persistencia de las raíces primarias. La resiembra es uno de los factores más importantes para favorecer su persistencia en éstas condiciones (Evers, 1989). A medida que el ambiente es marginal la semillazón es más importante. La planta primaria vive de 18-24 meses.

Los cultivares de hojas pequeñas se recuperan mas rápidamente de una sequía que los cultivares de hoja grande (Caradus, 1985). Brock y Kim (1994), confirman ésta recuperación más rápida, debido a un número más alto de nudos que sobreviven y una iniciación más rápida de raíces y nuevos brotes, comparado con cultivares de hoja grandes como el cultivar Dusi.

4.6.1.1.2. Trébol rojo

En promedio los dos cultivares presentaron una sobrevivencia en el suelo superficial de 10.1%, siendo la del medio de 1% y en el profundo 7.6%.

En cuanto a los cultivares, Red Queli presento una mayor sobrevivencia en el suelo superficial (20.2%), mientras E. 116 lo fue en el suelo profundo (6.5%).

Cuadro N° 63: Diferencias estadísticas entre suelos para cultivares de Trébol rojo (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar E116	0 a	1.6 a	6.5 a
Cultivar Redqueli	20.2 a	0.6 a	8.7 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Alvez y Treglia (1997) encontraron una sobrevivencia del trébol rojo de 12.8%. Risso y Morón (1990) opinan que el trébol rojo presenta muy baja persistencia productiva. Methol y Solari (1994) observaron una mayor caída para ésta especie que el promedio de las plantas estudiadas. En trébol rojo la persistencia depende en buena medida de la perennidad de la planta original, la resiembra natural puede ser importante en algunos casos pero en general es bastante errática (García, 1992).

4.6.1.1.3. *Lotus pedunculatus*

Esta especie presentó un promedio de 48.7% de sobrevivencia para los tres cultivares en el suelo superficial, 3.8% en el medio y 41% en el profundo.

A pesar de las características de buena adaptación a condiciones húmedas del *Lotus pedunculatus*, algunos clones presentaron una buena tolerancia al período adverso con limitación de agua (Caroso *et al.*, 1982, cit. por Castaño y Menendez, 1998). Por otro lado, Smetham (1973) se refiere a ésta especie como más resistente a la seca que el trébol subterráneo y trébol rojo, pero no tanto como el *Lotus corniculatus*. La raíz fibrosa raramente se extiende mas que 5 cm y esto, combinado con la naturaleza extensa de los rizomas produce un arraigamiento superficial denso. En tal sentido no es resistente a sequías (Risso *et al.*, 1990).

Luego del trébol blanco, es la primera en perder hojas en condiciones de estrés hídrico; sobreviven los estolones (que se entierran) y los rizomas (J. Bologna; com. pers.). Hoppkins *et al.*, (1993) señala que aunque *Lotus pedunculatus* se adapta a condiciones húmedas, los genomas más grandes, como el tetraploide Maku también está asociado a un patrón de crecimiento estacional que le confiere ventajas en situaciones estacionalmente secas.

En cuanto a los cultivares, Maku presentó una sobrevivencia similar en los suelos superficiales (40.5%) y profundo (41.5%), resultando casi nula su sobrevivencia en el medio (1.8%). El valor alto en el suelo profundo se debe a su tolerancia al sombreado. LT2 mostró la misma tendencia que Maku, con valores de sobrevivencia similares en los suelos superficiales y profundos (42.9% y 39.9% respectivamente). En cambio; Sunrise; mostró el mejor comportamiento en el suelo superficial (62.8%), mientras que en el suelo profundo fue de 41.6%, siendo en el medio el 4.5%.

Cuadro N° 64: Diferencias estadísticas entre suelos para los cultivares de *Lotus pedunculatus* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar Maku	40.5 a	1.8 b	41.5 a
Cultivar LT2	42.9 a	5.2 b	39.9 a
Cultivar Sunrise	62.8 a	4.5 b	41.6 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Esto se contradice con lo citado por Hopkins *et al.*, (1993), quien señala que el cultivar Maku (tetraploide) persiste relativamente mejor que los materiales diploides en sitios que se caracterizan por un limitado suministro de humedad en verano (laderas al N-O).

4.6.1.1.4. *Lotus corniculatus*

La sobrevivencia estival de ésta especie fue de 62.4% para el suelo superficial, 14.7% para el medio y 51.3% para el suelo profundo. En tal sentido Alvez y Treglia (1997) señalan para ésta especie una sobrevivencia de 13.4%, siendo muy inferior a la encontrada en éste experimento.

Cuadro N° 65: Diferencias estadísticas entre suelos para *Lotus corniculatus* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar SG.	62.4 a	14.7 b	51.3 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Langer (1981), cita que es la variedad dentro del género lotus más tolerante a la sequía por presentar una raíz pivotante y muy ramificada. Minutti *et al.* (1996), comparando sobrevivencia estival del trébol blanco, trébol rojo, *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis*, encontraron que *Lotus corniculatus* San Gabriel mostró un comportamiento

satisfactorio, demostrando su mayor capacidad de tolerancia al stress hídrico y competencia con el tapiz natural.

4.6.1.1.5. *Lotus tenuis*

Es la especie que mejor comportamiento tuvo frente a las condiciones adversas de verano, encontrándose 60% de sobrevivencia en el suelo superficial, 79.7% en el medio y 66.3% en el profundo.

Cuadro N° 66: Diferencias estadísticas entre suelos para *Lotus tenuis* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar Larrañaga.	60 a	79.7 a	66.3 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Este comportamiento se contradice con lo señalado por Langer, (1981); Smetham, (1981); y Muslera y Ratera (1991); quienes señalan que presenta un sistema radicular más superficial que *Lotus corniculatus*, por lo que es de menor resistencia a la sequía que éste. Un estrategia de sobrevivencia de genotipos en condiciones secas puede estar relacionada a la capacidad de producir raíces adventicias (Mujica *et al.*, 1990).

4.6.1.1.6. *Lotus subbiflorus*

Siendo ésta especie de ciclo anual y su persistencia explicada por una abundante semillazón (Gallinal, R. 1990), puede a su vez persistir el verano vegetativamente. El cv. Rincón encontró su mayor porcentaje de sobrevivencia en el suelo superficial (83.1%), en el suelo profundo 38% y desapareciendo del tapiz en el suelo medio.

Cuadro N° 67: Diferencias estadísticas entre suelos para *Lotus subbiflorus* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar El Rincón	83.1 a	0 c	38 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Estos valores son muy altos comparados con los citados por Alvez y Treglia, (1997), quienes reportaron una sobrevivencia del 2.9%.

4.6.1.1.7. *Ornithopus compressus*, *Trifolium vesiculosum* y *Trifolium alexandrinum*

Estas especies no son analizadas por ser su comportamiento de tipo anual y su persistencia se logra mediante el manejo que permita la resiembra por semillazón.

4.6.1.2. Gramíneas

Dentro de ésta familia, no se toma en cuenta al raigras, dado que es una gramínea de ciclo anual y su persistencia principalmente esta dada por la capacidad de resiembra que logre, es decir escapa a las condiciones del verano como semilla.

4.6.1.2.1. *Festuca arundinacea*.

Se encontró para esta especie la mayor supervivencia estival en el suelo superficial, con 51.8%; siendo muy baja su persistencia en los suelos profundos (4%) y medio (1.9%) debido a que es una especie poco tolerante a la competencia, principalmente al sombreado.

Cuadro N° 68: Diferencias estadísticas entre suelos para *Festuca arundinacea* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar Tacuabe	51.8 a	1.9 b	4 b

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Carámbula (1977) cita que esta especie posee un sistema radicular fibroso profundo y muy extendido, lo que le permite obtener agua de los horizontes profundos; aunque la persistencia depende básicamente de las posibilidades que hayan tenido las plantas para desarrollar un buen sistema radicular desde la primavera y poder explorar así volúmenes importantes de suelo en las épocas de sequía.

4.6.1.2.2. *Dactylis glomerata*.

La sobrevivencia estival registrada en el suelo superficial alcanzó valores de 36.5%, siendo superior a la hallada en el suelo profundo (21.2%) y la del medio (9,1%).

Cuadro N° 69: Diferencias estadísticas entre suelos para *Dactylis glomerata* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar Oberon	36.5 a	9.1 b	21.2 ab

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

Comparada con festuca, el dactylis presentó menores valores de sobrevivencia; esto estaría explicado porque posee un sistema radicular bastante superficial, por lo que sufre mucho en suelos expuestos a sequías. Al presentar un sistema radicular muy superficial, debe manejarse antes y durante el verano de tal forma que se promueva una buena producción de raíces y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas (Carámbula, 1977). El cultivar Oberón es muy resistente a la sequía por el rápido desarrollo inicial de sistema radicular (J. Bologna; com. pers.).

4.6.1.2.3. *Bromus auleticus* cv *El Potrillo*.

El bromus tuvo una muy baja persistencia en este ensayo, encontrándose solamente plantas en el suelo medio (8.2% de sobrevivencia estival), siendo nula la sobrevivencia en los suelos superficiales y profundos.

Cuadro N° 70: Diferencias estadísticas entre suelos para *Bromus auleticus* (porcentaje de sobrevivencia estival).

	Suelo Superficial	Suelo Medio	Suelo Profundo
Cultivar Potrillo	0 a	8.2 a	0 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p=0.05$).

A pesar de que la bibliografía señala que esta especie demuestra una gran estabilidad a los cambios climáticos estacionales, tan comunes en nuestro país como su tolerancia a la sequía, por producir tempranamente un sistema radicular muy ramificado; no se encontraron valores altos de sobrevivencia.

5- CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo son preliminares debido a que representan un año en particular y una zona determinada.

El período experimental estuvo pautado por dos etapas contrastantes, la primera con excesos y la segunda con déficit hídricos, lo que influyó en los resultados obtenidos.

Respecto al parámetro implantación se obtuvieron valores superiores a los citados por la bibliografía.

La familia de las gramíneas obtuvo los mayores porcentajes de implantación en los suelos superficiales y medios, mientras que en el suelo profundo registró el menor valor, no diferenciándose estadísticamente del grupo leguminosas.

Las leguminosas como grupo mostraron similar performance en la implantación sobre los tres sitios estudiados.

En el suelo superficial un grupo de cinco especies y cultivares de leguminosas tuvieron mayor porcentaje de implantación: trébol blanco cv. Prop (85%), trébol blanco cv. Sustain (75.6%), trébol rojo Redqueli (69.9%), trébol blanco Zapican (69.4%) y trébol blanco Dusi (68%). En cuanto a las gramíneas, festuca fue la de mejor comportamiento con 80%, seguida por dactylis con 76.9%.

En el suelo medio, el grupo anteriormente mencionado también registró los mayores valores de implantación, (trébol blanco cv. Prop 90%, trébol blanco Zapican 63.8%, trébol rojo Redqueli 55.6%, trébol blanco Dusi 55.2% y trébol blanco Sustain 51.6%). En las gramíneas, si bien existieron diferencias en los porcentajes de implantación de las cuatro especies estudiadas, éstas no fueron estadísticamente diferentes.

En el suelo profundo, se destacaron las mismas leguminosas, con distinto orden, - trébol blanco Prop con 74.9%, trébol blanco Dusi 59.9%, trébol blanco Zapican 57.9, trébol rojo Redqueli 57% y trébol blanco Sustain 54%- . Dentro de las gramíneas se destacó dactylis con 46% de implantación, no existiendo diferencias significativas con el resto.

La implantación de trébol blanco fue excelente debido a buenas condiciones hídricas mas el buen control de la vegetación.

La dinámica poblacional a lo largo del experimento mostró un comportamiento general similar para todas las especies, con disminuciones del número de plantas y/o puntos de crecimiento.

Los cultivares de trébol blanco mantuvieron su presencia en el suelo profundo, mientras que en los suelos superficial y medio el comportamiento fue variable. Los cultivares Prop y Sustain permanecieron en el suelo profundo, ausentándose del suelo superficial y culminaron con una escasa presencia en el suelo medio, Bayucúa se comportó mejor en el suelo profundo y a diferencia de los anteriores se comportó a la inversa en los suelos superficial y medio. Zapican predominó en el suelo superficial, no permaneciendo en el suelo medio, mientras que Dusi mostró un comportamiento similar en los suelos superficial y profundo.

Para los cultivares de *Lotus pedunculatus* los suelos superficial y profundo fueron el mejor ambiente. En el suelo profundo se comportaron mejor los cultivares Sunrise y LT2, en el superficial Maku y LT2, teniendo en el suelo medio el cultivar Sunrise el mejor comportamiento.

El cultivar Redqueli de trébol rojo mostró ser el más adaptado al suelo superficial, mientras que en el suelo profundo los dos cultivares (Redqueli y E. 116) culminaron el experimento con números similares de plantas. En el suelo medio los dos cultivares desaparecieron.

Las especies anuales de *Trifolium alexandrinum* y *Ornithopus compressus* permanecieron en el tapiz hasta fines de noviembre, mientras que *Trifolium vesiculosum* lo hizo hasta mediados de enero. La otra especie anual evaluada, *Lotus subbiflorus*, se comportó como bianual en los suelos superficial y profundo, mientras que en el suelo medio su presencia fue escasa a partir de febrero.

Lotus tenuis fue la especie que presentó menor disminución a lo largo del experimento, culminando con igual número de plantas en los suelos superficial y medio y un mayor número en el suelo profundo.

Lotus corniculatus se comportó mejor en el suelo superficial con un mayor número de plantas, seguido por el suelo profundo. El suelo medio fue donde la especie mostró su peor comportamiento.

El suelo superficial fue el mejor ambiente para la implantación de las gramíneas, destacándose dactylis y festuca. En el suelo medio y profundo dactylis se comportó mejor que festuca. Bromus al finalizar el experimento presenta pocas plantas en el suelo medio y desapareció de los suelos superficial y profundo.

Raigras se mantuvo presente en el tapiz hasta fines de noviembre (3^{er} conteo).

La sobrevivencia estival medida en número de plantas y puntos de crecimiento al segundo otoño determinó que:

✓ En el suelo superficial cuatro especies del género *Lotus* obtuvieron los mejores porcentajes de sobrevivencia, siendo éstas *Lotus subbiflorus* Rincón (83.1%), *Lotus pedunculatus* Sunrise (62.8%), *Lotus corniculatus* San Gabriel (62.4%) y *Lotus tenuis* (60%).

✓ En el suelo medio fue donde se registraron los menores porcentaje de sobrevivencia, destacándose solamente *Lotus tenuis* con 79.7% y con un valor muy inferior *Lotus corniculatus* San Gabriel con 14.7%.

✓ En el suelo profundo nuevamente *Lotus tenuis* obtuvo el mejor valor de sobrevivencia, (68.6%), seguido por *Lotus corniculatus* San Gabriel, (42.8%), *Lotus subbiflorus* Rincón (40.4%) y *Lotus pedunculatus* Sunrise (36.3%).

Cabe destacar la pobre o nula sobrevivencia del género *Trifolium* (trébol rojo y blanco), efecto incrementado como consecuencia del stress hídrico provocado por la escasez de precipitaciones desde setiembre de 1998 hasta marzo de 1999.

Dentro de las gramíneas festuca obtuvo la mayor sobrevivencia en el suelo superficial (51.8%), en el suelo medio se registraron valores por debajo del 10% y en el suelo profundo dactylis alcanzó el mayor valor con 21.2%. *Bromus* no registró altos valores de sobrevivencia, siendo en el suelo medio 8.2% y no encontrándose plantas en los suelos superficiales y profundos.

6- RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en el establecimiento "La Fe", en el departamento de Artigas, Uruguay, perteneciente al señor Juan Villamor.

El ensayo comenzó en mayo de 1998 y se extendió hasta marzo de 1999. Se realizó sobre una cobertura de ocho leguminosas y cuatro gramíneas de primer año, sembradas en un campo natural sobre tres tipos de suelos: superficial (Litosol éutrico melánico), medio (Brunosol éutrico típico) y profundo (Vertisol haplico).

El proyecto tuvo por objetivo general: a) describir la implantación, dinámica poblacional y estrategias de persistencia de especies (gramíneas y leguminosas) introducidas en tapices naturales.

La siembra se realizó el 7 de mayo y las especies evaluadas fueron: *Trifolium repens* cv. Prop, *Trifolium repens* cv. Bayucúa, *Trifolium repens* cv. Zapiacán, *Trifolium repens* cv. Dusi, *Trifolium repens* cv. Sustain, *Trifolium pratense* cv. Redqueli, *Trifolium pratense* cv. E. 116, *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, *Lotus pedunculatus* cv. Sunrise, *Lotus pedunculatus* cv. Lt2, *Lotus pedunculatus* cv. Maku, *Trifolium alexandrinum*, *Trifolium vesiculosum*, *Ornithopus compressus* cv. La Encantada, *Lolium multiflorum* cv. LE 284, *Festuca arundinacea* cv. Tacuabe, *Bromus auleticus* cv. Potrillo y *Dactylis glomerata* cv. Oberon.

La implantación fue medida a los 90 días de la siembra (4 de agosto de 1998) para los tres suelos contrastantes; encontrándose diferencias entre géneros (gramíneas vs leguminosas) y especies dentro de un mismo género. Luego se realizó un seguimiento del número de plantas y puntos de crecimientos, realizándose 5 nuevos conteos (1/10/98, 30/11/98, 15/01/99, 19/02/99 y 24/03/99).

Para evaluar el impacto del primer verano en las especies se realizó un coeficiente (sobrevivencia estival) que relaciona el número de plantas y/o puntos de crecimiento encontrados en el último conteo (24/3/99) con respecto a los hallados en el 3^{er} conteo (30/11/98).

7- SUMMARY

The present work you takes and end in the establishment “ The Faith”, in the departament of Artigas, Uruguay, belonging the Mister Juan Villamor.

The rehearsal began in May of 1998 and extended until March of 1999. This is realized out the covering of the eight leguminous and four gramineous of the first year, sowed in a field natural over three types of floors: (Litosol éútrico melánico),half (Brunosol éútrico) and deep (Vertisol haplico).

The project had for general objectives:a) to describe the implatation, productivity,dynamics population and strategies belonging of the species (gramineous and leguminous) introduced in the natural tapestries and b) to determine the sucesive effect of the differents years climatics over the productivity of the natural pastures and the best.

The sown was realized out the 7 of May and the evaluated species were: *Trifolium repens* cv. Prop, *Trifolium repens* cv.Bayucúa,*Trifolium repens* cv.Zapicán, *Trifolium repens* cv. Dusi, *Trifolium repens* cv. Sustain; *Trifolium pratense* cv. Redqueli, *Trifolium pratense* cv. E 116,*Lotus subbiflorus* cv. El Rincon, *Lotus pedunculatus* cv. Makú, *Lotus pedunculatus* cv. Lt2, *Lotus pedunculatus* cv. Sunrise, *Trifolium alexandrinum*, *Trifolium vesiculosum*,*Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, *Ornithopus compressus* cv. La Encantada, *Lolium multiflorum* cv. LE 284, *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Bromus auleticus* cv. Potrillo y *Dactylis glomerata* cv. Oberón.

The implatation was measured at the 90 days of the sown (4 August of 1998), for the three contrasting floors, the differences of the being enters in goods(gramineous and leguminous) and species inside of the same goods.Then realized the persecution of the number of the plants and the points of the growths, and then realized new five of counts (1/10/98,30/11/98,15/01/99,19/02/99 and 24/03/99).

To evaluate the impact of the first summer in the species ,this realized the coefficient (summery of the survival) that relates the number of the plants and points of the growth found in the last count (24/03/99) the one against the respect a those found in the third counts (30/11/98).-

8- BIBLIOGRAFIA

- ABRAHAM, M., MORENO, F. 1996. Producción de semilla y componentes del rendimiento de *Bromus auleticus*, para los ecotipos Tacuarembó y San Gregorio. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- ALVEZ, P. Y TREGLIA, M. 1997. Implantación de leguminosas en cobertura bajo distintas frecuencias de pastoreo en Basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- ARBELECHE, C. y ITHURSARRY, M. 1996. Manejo estacional de un mejoramiento extensivo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- ARRILLAGA, I y CODURI, G. 1997. Manejo de defoliación de *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- BARU, N Y VERNAZZA, R. 1998. Efecto de variables de manejo sobre la producción de semilla de trébol blanco Ladino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- BASCOU, G. y COSTA, R. 1995. Evolución de la semillazón y características asociadas en *Lotus pedunculatus* Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- BAYCE MUÑOZ, D., CALDEYRO STAJANO, E. Y PUPPO WILLIAMS, E. 1984. Siembras de gramíneas nativas sobre tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- BEMHAJA, M. 1996. Producción de pasturas en basalto. Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 80. pp 231-237.
- BEMHAJA, M. 1998. Mejoramiento de campo en Basalto Profundo Evaluación de Leguminosas: géneros, especies y variedades. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA. Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 33-41.
- BEMHAJA, M. 1998. Mejoramiento de campo: Manejo de leguminosas. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA. Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 53-61.
- BEMHAJA, M. 1998. Mejoramiento de campo: Fertilización fosfatada. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA. Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 75-82.
- BENTANCOR, C. y GARCIA, S. 1991. Siembra en cobertura: estudio preliminar del comportamiento de varias especies (gramíneas y leguminosas). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- BERRETA, E.J. y BEMHAJA, M. 1994. Producción de pasturas naturales en el basalto. B. Producción estacional de forraje de tres comunidades nativas sobre suelo de basalto pasturas y Producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 13. pp. 19-23.
- BERRETA, E.J. 1994. Producción de pasturas naturales en el basalto. A. Producción mensual y estacional de forraje de cuatro comunidades nativas sobre suelo de basalto

- Pasturas y Producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 13. pp. 12-18.
- BERRETA, E.J. 1998. Principales características climáticas y edáficas de la región de Basalto de Uruguay. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA. Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 3-20.
 - BERRETA, E.J. 1998. Producción de comunidades nativas sobre suelos de Basalto de la Unidad Itapebi-Tres Arboles con diferentes frecuencias de corte. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA. Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 21-31
 - BERRETA, E.J. 1998. Principales características de las vegetaciones de los campos de Basalto. In XIV Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical: Grupo Campos. Anales. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 94. pp. 11-19
 - BOATMAN, N. D y HAGGAR, R. J. 1985. Effects of grass defoliation on the establishment and growth of slot-seeded white clover. *Grass and Forage Science*.40:375-378.
 - BOGGIANO, P. 1990. Evaluación de 14 gramíneas perennes bajo pastoreo. In II Seminario Nacional de Campo Natural. Tacuarembó Uruguay. Hemisferio Sur. pp. 185-195.
 - BOLOGNA, J. Y HILL, W. 1992 Implantación de gramíneas y leguminosas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
 - BOSHELL, J.F. y CHIARA, J.P. (1982). Regionalización Agroclimática de la República Oriental del Uruguay. Nota Técnica N° 50. D.N.M. Montevideo.
 - BREMERMAN, F.; CARRACELAS, J. Y GRASSI, L. 1996. Caracterización de la productividad y persistencia de dos mejoramientos bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
 - BROCK, J., HAY, J., THOMAS, V. and SEDCOLE, J. 1988. Morphology of white clover (*Trifolium repens* L.) plants in pasture under intensive sheep grazing. *Journal Agricultural Science*. 111: 273-283.
 - BUGARIN, G Y SCAGLIONI, C. 1988. Efecto del régimen hídrico sobre la producción de forraje y semilla de Lotus, trébol blanco y trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
 - CALL, C.A and ROUNDY, B.A. 1991. Perspectives and processes in revegetation of arid and semiarid rangelands. *Journal of Range Management*. 44(6): 543-549.
 - CARADUS, J.R. 1994. Frost tolerance of *Trifolium* species. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38: 157-162.
 - CARADUS, J.R, CLIFFORD, P.T, CHAPMAN, D.F, COUSINS, G.R, WILLIAMS, W.M and MILLER, J.E. 1997. Breeding and description of 'Grasslands Sustain', a medium-large leaved white clover (*Trifolium repens* L) cultivar. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 40:1-7.

- CARADUS, J.R., COOPER, B., WIDDUP, K., and RYAN, D. 1990. Breeding and selection for improved white clover production and persistence in New Zealand. *Proceedings Agronomy Society of New Zealand*. 20: 11-15.
- CARAM, R., IRAOLA, M. Y SOUVIE, J. 1996. Factores restrictivos que afectan la implantación de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- CARAMBULA, M. 1977. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464p.
- CARAMBULA, M. 1981. Producción de Semillas de Plantas Forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. 518p.
- CARAMBULA, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. y BERMUDEZ, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. INIA Treita y Tres. Boletín de Divulgación N° 46. 20p.
- CARAMBULA, M.; CARRIQUIRY, E. y AYALA, W. 1994. Mejoramientos de campo con *Lotus subbiflorus* cv El Rincón. INIA Treita y Tres. 24p.
- CARAMBULA, M.; CARRIQUIRY, E. y AYALA, W. 1994. *Lotus Pedunculatus*. Adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treita y Tres. Serie Técnica N° 45. 14p.
- CARAMBULA, M. 1996. Pasturas Naturales Mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524p.
- CARRIQUIRY, E. Y MAJO, G. 1991. *Bromus auleticus*: efecto de la fertilización, manejo del pastoreo y diversidad genética en la producción de semilla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- CASTAÑO, J. Y MENENDEZ, F. 1998. Caracterización vegetativa y producción de semilla de lotus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- CHAPMAN, D.F. 1983. Growth and demography of *Trifolium repens* stolon in grazed hill pasture. *Journal of Applied Ecology*. 20: 597-608.
- CHAPMAN, D.F. 1987. Natural re-seeding and *Trifolium repens* demography in grazed hill pastures. II. Seedling appearance and survival. *Journal of Applied Ecology*. 24: 1037-1043.
- CHAPMAN, D.F, CAMPBELL, B.D and HARRIS, P.S.1985. Establishment of ryegrass, cocksfoot, and white clover by oversowing in hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 28:177-189.
- CHAPMAN, D.F, FLETCHER, R.H. 1985. Seedling appearance, survival, and development of 'Grasslands Huia', 'Grasslands Tahora', and Kent wild white clover cultivars after surface sowings in summer- moist hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 28:191-199.
- CIANELLI, E. y OTTONELLO, E. 1998. Inclusión de gramíneas en mejoramientos extensivos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- CLARK, S.G.; TAYLOR, J. y SMITH, K.F. 1992. In *Proceedings 6th Australian Society of Agronomy Conference Armidale*. pp. 288-291.

- COOK, S.J. Establishing pasture species in existing swards: a review. *Tropical Grasslands*. 14: 181-187.
- DEBELLIS, R., GOÑI, C., MELLO, J. y SANTANA, P. 1995. Respuesta de diferentes frecuencias de pastoreo y mejoramientos en cobertura sobre campo natural (Unidad San Manuel). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- DE MELLO, HUGO. 1996. Estudio de variabilidad entre y dentro de poblaciones de *Bromus auleticus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- DOWLING, P.M, CLEMENTS, R.J and McWILLIAM, J.R. 1970. Establishment and survival of pasture species from seeds sown on the soil surface. *Australian Journal Agricultural Research*. 22:61-74.
- DURAN, A. 1985. Los Suelos del Uruguay. 1era Edición. Montevideo, Hemisferio Sur. 398p.
- DURAN, A. 1992. Propiedades Hídricas de los Suelos. Montevideo. Facultad de Agronomía. 117p.
- EYHERALDE, N.; FROS, A. Y IRIGOYEN, M. 1996. Efectos de la frecuencia de pastoreo sobre la producción y persistencia de una cobertura sobre basalto medio. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- FERENCZI, M., JAURENA, M. Y LABANDERA, C. 1997. Establecimiento y producción inicial de mejoramientos de campo realizados en cobertura y siembra directa, con diferentes tipos y dosis de herbicidas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- FERNANDEZ, P., GARCIA, J., GARESE, J. Y RAPPA, M. 1994. Estudios sobre la implantación de mejoramientos en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- FORMOSO, F. 1993. *Lotus corniculatus*. INIA Uruguay. Serie Técnica N° 37. 20p.
- HAY, M., NEWTON, P., and THOMAS, V. 1991. Nodal structure and branching of *Trifolium repens* in pastures under intensive grazing by sheep. *Journal of Agricultural Science*. 116: 221-228.
- HARRIS, C.A, BLUMENTHAL M.J and 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.
- HILL, M.J. and LUCK, R. 1991. The effect of temperature on germination and seedling growth of temperate perennial pasture legumes. *Australian Journal Agricultural Research*. 42: 175-189.
- HOFSTADTER, R. 1983. Producción de Maíz, Alfalfa y Trébol Blanco en condiciones de riego. *Agua en la Agricultura*. 1: 7-13.
- HOFSTADTER, R. Y PRITISCH, O. 1987. Estudio de la producción potencial de semilla de *Paspalum dilatatum* con diferentes regímenes hídricos. *Agua en la Agricultura*. 3: 21-26.
- HOLLINGTON, P. A, MARSHALL, A. H and HIDES, D. H. 1993. The effect of row spacing and cover-crop on stolon development and the seed yield components of white clover cultivars of contrasting leaf size. *Grass and Forage Science*. 48:1-10.

- HOPKINS, A., MARTYN, T.M., JOHNSON, R.H, SHELDRIK, R.D, and LAVENDER, R.H., 1996. Forage production by two *Lotus* species as influenced by companion grass species. *Grass and Forage Science*.51: 343-349.
- HYDE, B.E, ALLISON McLEAVEY, M. and HARRIS, G.S.1959. Seed development in ryegrass, and in red and white clover. *New Zealand Journal Agricultural Research*. 2: 947-952.
- INCIARTE, J. Y RIENZI, M. 1984. Siembra de pastos nativos en cobertura de 1981 y comparación con campo natural pastoreado, analizada durante 1983-84. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía.
- KANG, J.H., BRINK, G.E and ROWE, D.E. 1995. Seedling white clover response to defoliation. *Crop Science*. 35: 1406-1410.
- KEOGHAN, J.M. and BURGESS, R.E. 1987. The search for an improved *Lotus pedunculatus* for high country pastoral systems. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. 48: 125-129.
- LAMAR KIMBROUGH, E y KNIGHT, W. 1998. Forage- bigbee Berseem Clover. <http://ext.msstate.edu/pubs/is1306.htm>
- LANGER, R.H.M. 1981. Las pasturas y sus plantas. 1era Edición. Nueva Zelandia, Hemisferio Sur. 514p.
- LA PAZ, A.; PEREZ, M. Y ROBATTO, R. 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- LOWTHER, W.L. 1983. Influence of site on response of 'Grasslands Maku' *Lotus pedunculatus* establishment to seed pelleting and broadcast lime. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 26: 423-426.
- LOWTHER, W.L.,MANLEY,T.R., and BARRY,T.N.1987.Condensed tannin concentrations in *Lotus corniculatus* and *L. pedunculatus* cultivars grown under low soil fertility conditions. *New Zealand Journal of Agricultural Research*.30:23-25.
- LUQUE, J.A.; PAOLONI, J.D. y LUQUE, J.L. 1985. Riego de Forrajeras y Pasturas para Producción de Carne. 1era Edición. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 239p.
- MAUNSELL, L.A. y SCOTT, D. 1981. Pasture irrigation in the Mackenzie Basin I. Species comparison. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 9:279-290.
- McWILLIAM,J.R, CLEMENTS,R.J and DOWLING,P.M.1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. *Australian Journal Agricultural Research*. 21: 19-32.
- MESA, J y ELOLA, U. 1996. Estudio comparativo de implantación de diferentes verdes asociados a una mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- METHOL, R. y SOLARI, J. 1994. Dinámica de la implantación de leguminosa sembradas en coberturas bajo diferentes manejos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.

- MILLOT, J.C.; RISSO, D. y METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en el área ganadera del Uruguay. Informe Técnico. CHPA, FUCREA. 200p.
- MINUTTI, A.; RUCKS, M. Y SILVEIRA, G. 1996. Dinámica de la implantación de leguminosas en cobertura sobre pasturas naturales de basalto profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía
- MIÑON, D. P.; ENRIQUE, M. L. y BARBAROSSA, R. A. 1996. Renovación e intersembra de pasturas irrigadas. INTA. Argentina. Información técnica N° 6. pp. 1-25.
- MORALES, A. 1992. Manejo de la defoliación de *Lotus corniculatus* en cobertura sobre una pastura natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- OLMOS, F. 1993. *Bromus auleticus*. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 35. 35p.
- PICASSO, G. Y SANS, M. 1984. Evaluación de variedades de alfalfa bajo diferentes regímenes hídricos y métodos de riego. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
- REAL, D. 1998. Proyecto: Leguminosas forrajeras para la región basáltica. Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA. Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 43-51.
- SCOTT, R.S. and LOWTHER, W.L. 1980. Competition between white clover 'Grasslands Huia' and *Lotus pedunculatus* 'Grasslands Maku'. New Zealand Journal of Agricultural Research. 23: 501-507.
- SHEATH, G.W. 1979. Effects of season and defoliation on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav.cv. 'Grasslands Maku'. New Zealand Journal of Agricultural Research. 23: 191-199.
- SHEATH, G.W. 1979. Production and regrowth characteristics of *Lotus pedunculatus* Cav.cv. 'Grasslands Maku'. New Zealand Journal of Agricultural Research. 23: 201-209.
- SILCOCK, G.R. 1980. Seedling characteristics of tropical pasture species and their implications for ease of establishment. Tropical Grasslands. 14: 174-180.
- THOMAS, R.G. 1981. The influence of environment on seed production capacity in white clover (*Trifolium repens* L.) New Zealand Journal of Agricultural Research. 24: 359-364.
- UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA. (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo. 86p.
- UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1988. Aspectos metodológicos en la determinación de la capacidad de retener agua de los suelos del Uruguay. Montevideo. 20p
- UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1995. Prácticos del Curso de Agrometeorología. Montevideo, Facultad de Agronomía. 55p.

- UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA (URUGUAY) FACULTAD DE AGRONOMIA. 1998. Manual de prácticas del curso de riego. Montevideo, Facultad de Agronomía. 128p.
- URUGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE SUELOS Y FERTILIZANTE. 1979. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Tomo III. Montevideo.
- WOODFIELD, D.R. and CARADUS, J.R. 1987. Adaptation of white clover to moisture stress. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 48: 143-149.
- WOODMAN, R.F, LOWTHER, W.L and LITTLEJOHN, R.P. 1998. Establishment response of 12 legumes to nitrogen fertiliser rate and placement when direct drilled into *Hieracium*-infested, montane tussock grasslands. New Zealand Journal of Agricultural Research. 41:53-63.

9- ANEXO

Anexo N° 1- Análisis de puntos de transecta para el suelo Superficial. Número de toques en 100 puntos.

SUELO SUPERFICIAL

ESPECIE	PRESENCIA	C.E.P (%)	ACUM. (%)	TIPO PROD.
Oxalis spp.	44	9.4	9.4	ME
Stipa setigera	41	8.7	18.1	T-F
Paspalum notatum	40	8.5	26.6	T
Cyperaceas	26	5.5	32.1	O
Schizachyrium spicatum	26	5.5	37.6	O
Selaginella	25	5.3	42.9	
Piptochaetium montevidense	25	5.3	48.9	T-O
Baccharis coridifolia	23	4.9	53.1	MCS
Bothriochloa laguroides	17	3.6	56.7	O
Panicum milioides	17	3.6	60.3	T
Eragrostis lugens	15	3.2	63.5	O
Chaptalia exscapa	11	2.3	65.8	ME
Dichondra microcalyx	11	2.3	68.1	ME
Aristida uruguayensis	11	2.3	70.4	T-O
Axonopus affinis	11	2.3	72.7	T-O
Schizachyrium microstachyum	11	2.3	75	D
Chloris bahiensis	11	2.3	77.3	O
Andropogon ternatus	9	1.9	79.2	T-O
Chevreulia sarmentosa	8	1.7	80.9	ME
Eryngium nudicaule	8	1.7	82.6	ME
Paspalum plicatulum	7	1.5	84.2	O-T
Gamochaeta spp	6	1.2	85.4	ME
Richardia stellaris	5	1.1	86.5	ME
Sporobolus indicus	5	1.1	87.6	O-D
Setaria geniculata	4	0.8	88.4	T
Axonopus compressus	4	0.8	89.2	T
Juncaceas	4	0.8	90.0	ME
Vulpia australis	4	0.8	90.8	OE
Briza subaristata	3	0.6	91.4	O
Rhynchosia spp	3	0.6	92.0	T
Bromus auleticus	3	0.6	92.6	F
Evolvulus sericeus	3	0.6	93.2	ME
Soliva pterosperma	3	0.6	93.8	ME
Coelorhachis selloana	3	0.6	94.4	T
Alophia amoena	3	0.6	95.0	OE
Bouteloua megapotamica	3	0.6	95.6	OE
Sisyrinchium spp	3	0.6	96.2	ME
Trifolium polymorphum	3	0.6	96.8	TE
Dorstenia brasiliensis	2	0.4	97.2	ME
Gerardia communis	2	0.4	97.6	ME
Aristida venustula	2	0.4	98.0	O
Lolium multiflorum	2	0.4	98.4	F
Trachypogon montufari	1	0.2	98.6	O
Piptochaetium bicolor	1	0.2	98.8	T-F
Piptochaetium stipoides	1	0.2	99.0	T
Scutellaria racemosa	1	0.2	99.2	ME
Calamagrostis montevidensis	1	0.2	99.4	T
Nostoc	1	0.2	99.6	
Micropsis	1	0.2	99.8	ME
Gaudinia fragilis	1	0.2	100.0	T

Anexo N° 2- Análisis de puntos de transecta para el suelo Medio. Número de toques en 100 puntos.

SUELO MEDIO

ESPECIE	PRESENCIA	C.E.P. (%)	ACUM. (%)	TIPO PROD.
<i>Paspalum notatum</i>	58	11.8	11.8	T
<i>Stipa setigera</i>	58	11.8	23.6	T-F
Ciperaceas	42	8.6	32.2	O
<i>Oxalis</i>	41	8.4	40.6	ME
<i>Schizachyrium spicatum</i>	34	6.9	47.5	O
<i>Axonopus affinis</i>	26	5.3	52.8	T-O
<i>Panicum milioides</i>	21	4.3	57.1	T
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	20	4.1	61.2	D
<i>Piptochaetium montevidensis</i>	19	3.9	65.1	T-O
<i>Botriochloa laguroides</i>	17	3.5	68.6	O
<i>Coelorachis selioana</i>	12	2.4	71.0	T
<i>Paspalum plicatulum</i>	11	2.3	73.3	O-T
<i>Setaria geniculata</i>	10	2	75.3	T
<i>Baccharis coridifolia</i>	9	1.8	77.1	MCS
<i>Dichondra microcalyx</i>	8	1.6	78.7	ME
<i>Dorstenia brasiliensis</i>	8	1.6	80.3	ME
<i>Micropsis</i>	8	1.6	81.9	ME
<i>Adesmia bicolor</i>	7	1.4	83.3	F
<i>Andropogon ternatus</i>	7	1.4	84.7	T-O
<i>Bromus auleticus</i>	7	1.4	86.1	F
<i>Chaptalia exscapa</i>	7	1.4	87.5	ME
<i>Chevreulia sarmentosa</i>	7	1.4	88.9	ME
<i>Sporobolus indicus</i>	5	1	89.9	O-D
<i>Poa lanigera</i>	5	1	90.9	F
<i>Paspalum dilatatum</i>	5	1	91.9	F
<i>Eragrostis lugens</i>	4	0.8	92.7	O
<i>Axonopus argentinus</i>	3	0.6	93.3	T
<i>Baccharis buniifolia</i>	3	0.6	93.9	
<i>Briza subaristata</i>	3	0.6	94.5	O
<i>Eryngium nudicaule</i>	3	0.6	95.1	ME
<i>Sisyrinchium</i>	3	0.6	95.7	ME
<i>Paspalum distichum</i>	2	0.4	96.1	T
<i>Lolium multiflorum</i>	2	0.4	96.5	F
<i>Galactia</i>	2	0.4	96.9	
<i>Gamochoeta</i>	2	0.4	97.3	ME
<i>Chloris grandiflora</i>	2	0.4	97.7	OE
<i>Aristida uruguayensis</i>	2	0.4	98.1	T-O
<i>Baccharis trimera</i>	1	0.2	98.3	MCS
<i>Envolvulus</i>	1	0.2	98.5	
Juncaceas	1	0.2	98.7	ME
Nostoc	1	0.2	98.9	
<i>Piptochaetium bicolor</i>	1	0.2	99.1	T-F
<i>Selaginella</i>	1	0.2	99.3	
<i>Soliva pterosperma</i>	1	0.2	99.5	ME
<i>Vulpia australis</i>	1	0.2	99.7	OE
<i>Phaselis</i>	1	0.2	99.9	

Anexo N° 3- Análisis de puntos de transecta para el suelo Profundo. Número de toques en 100 puntos.

SUELO PROFUNDO

ESPECIES	PRESENCIA	C.E.P. (%)	ACUM (%)	TIPO PROD.
Ciperaceas	82	16.7	16.7	O
Oxalis spp	54	11.0	27.7	ME
Paspalum notatum	53	10.8	38.5	T
Stipa setigera	48	9.7	48.2	T-F
Axonopus affinis	30	6.1	54.3	T-O
Schizachyrium spicatum	29	5.9	60.2	O
Coelorachis selloana	24	4.9	65.1	T
Paspalum dilatatum	16	3.2	68.3	F
Sporobolus indicus	16	3.2	71.5	O-D
Panicum milioides	14	2.8	74.3	T
Poa lanigera	10	2.0	76.3	F
Vulpia australis	9	1.8	78.1	OE
Paspulum plicatum	9	1.8	79.9	O-T
Panicum sabulorum	8	1.6	81.5	T
Gamochaeta	8	1.6	83.1	ME
Piptochaetium stipoides	7	1.4	84.5	T
Setaria geniculata	7	1.4	85.9	T
Piptochaetium montevidensis	7	1.4	87.3	TO
Bothriochloa laguroides	6	1.2	88.5	O
Schizachyrium microstachyum	5	1.0	89.5	D
Dichondra microcalix	5	1.0	90.5	ME
Adesmia bicolor	5	1.0	91.5	F
Dorstenia brasiliensis	4	0.8	92.3	ME
Juncaceas	4	0.8	93.1	ME
Micropsis	4	0.8	93.9	ME
Trachypogon montufari	4	0.8	94.7	O
Soliva pterosperma	3	0.6	95.3	ME
Andropogon ternatus	3	0.6	95.9	T-O
Aristida venustula	3	0.6	96.5	O
Bacharis coridifolia	2	0.4	96.9	MCS
Nostoc	2	0.4	97.3	
Paspalum distichum	2	0.4	97.7	T
Richardia stellaris	2	0.4	98.1	ME
Selaginella	2	0.4	98.5	
Sisyrinchium	2	0.4	98.9	ME
Aristida uruguayensis	1	0.2	99.1	T-O
Axonopus compresus	1	0.2	99.3	T
Briza subaristata	1	0.2	99.5	O
Bromus auleticus	1	0.2	99.7	F
Lolium multiflorum	1	0.2	99.9	F

Anexo 4. Balance Hídrico Climático de suelo Brunosol.

Localidad: Diego Lamas, Colonia Artigas

Suelo: Brunosol Unidad Cuaró Lámina: 92,7 mm

MES	P	ETP	P-ETP	ALM	VarALM	ETR	D	E
ENE	165	167	-2	44	-1	166	1	0
FEB	159	133	27	71	27	133	0	0
MAR	145	112	33	93	22	112	0	11
ABR	156	78	78	93	0	78	0	78
MAY	111	47	64	93	0	47	0	64
JUN	83	33	50	93	0	33	0	50
JUL	80	40	40	93	0	40	0	40
AGO	63	62	0	93	0	62	0	0
SET	86	87	0	93	0	86	0	0
OCT	126	128	-2	91	-2	128	0	0
NOV	131	145	-14	78	-12	143	1	0
DIC	126	178	-51	45	-33	160	18	0
	1430	1208	222		0	1188	20	242
		1430					1208	1430

Anexo N° 5. Balance Hídrico Climático del suelo Vertisol.

Localidad: Diego Lamas, Colonia Artigas

Suelo: Vertisol Unidad Cuaró Lámina: 84,7 mm

MES	P	ETP	P-ETP	ALM	VarALM	ETR	D	E
ENE	165	167	-2	38	-1	166	1	0
FEB	159	133	27	64	27	133	0	0
MAR	145	112	33	85	20	112	0	12
ABR	156	78	78	85	0	78	0	78
MAY	111	47	64	85	0	47	0	64
JUN	83	33	50	85	0	33	0	50
JUL	80	40	40	85	0	40	0	40
AGO	63	62	0	85	0	62	0	0
SET	86	87	0	85	0	86	0	0
OCT	126	128	-2	83	-2	128	0	0
NOV	131	145	-14	70	-12	143	1	0
DIC	126	178	-51	38	-32	158	19	0
	1430	1208	222		0	1186	22	244
		1430					1208	1430

Anexo N° 6. Balance Hídrico Climático del suelo Litosol.

Localidad: Diego Lamas, Colonia Artigas

Suelo: Litosol eútrico. Unidad Queguay Chico.

Lámina: 11,4 mm

MES	P	ETP	P-ETP	ALM	VarALM	ETR	D	E
ENE	163	201	-38	0	0	163	38	0
FEB	155	156	-1	0	0	155	1	0
MAR	147	116	31	11	11	116	0	20
ABR	167	83	84	11	0	83	0	84
MAY	105	48	57	11	0	48	0	57
JUN	77	35	42	11	0	35	0	42
JUL	70	40	30	11	0	40	0	30
AGO	52	66	-14	3	-8	60	6	0
SET	85	90	-5	2	-1	86	4	0
OCT	138	131	7	9	7	131	0	0
NOV	142	158	-16	2	-7	149	9	0
DIC	117	201	-84	0	-2	119	82	0
	1418	1325	93		0	1185	140	233
		1418					1325	1418

Anexo 7. Balance Hídrico Seriado de suelo Vertisol.

BHS Bella Unión 1998-99 Lámina: 84.7 mm
Hipótesis. Alm. dic. '97= 0 mm

MES	P	ETP	P-ETP	ALM	VarALM	ETR	D	E		
				0						
ENE 98	161	30	131	84,7	84,7	30,4	0	46,1		
	22	59	-37	54,7	-30,0	52,2	-7,0	0		
	467	40	426	84,7	30,0	40,5	0	396,1		
FEB	81	34	47	84,7	0,0	34,2	0	46,9		
	0	58	-57	43,1	-41,6	41,9	-15,7	0		
	76	39	37	79,8	36,7	38,9	0	0		
MAR	176	30	146	84,7	4,9	30,0	0	140,7		
	88	29	59	84,7	0,0	28,5	0	59,4		
	12	34	-22	65,5	-19,2	31,2	-2,6	0		
ABR	14	41	-27	47,4	-18,1	31,6	-9,3	0		
	176	14	162	84,7	37,3	14,3	0	124,4		
	47	18	29	84,7	0,0	18,1	0	29,4		
MAY	0	20	-20	67,2	-17,5	17,5	-2,1	0		
	16	18	-2	65,4	-1,8	17,7	-0,5	0		
	66	11	55	84,7	19,3	10,8	0	36,0		
JUN	47	9	38	84,7	0,0	9,1	0	37,8		
	168	7	161	84,7	0,0	7,2	0	160,7		
	3	10	-7	77,6	-7,1	10,1	-0,3	0		
JUL	25	11	14	84,7	7,1	10,7	0	6,9		
	19	15	4	84,7	0,0	15,1	0	4,0		
	56	12	45	84,7	0,0	11,8	0	44,6		
AGO	2	16	-15	71,3	-13,4	14,9	-1,2	0		
	23	20	2	73,8	2,5	20,4	0	0		
	29	17	12	84,7	10,9	16,9	0	0,7		
SET	104	27	78	84,7	0,0	26,6	0	77,8		
	24	27	-2	82,5	-2,2	26,6	0	0,0		
	36	29	7	84,7	2,2	29,4	0	4,6		
OCT	15	42	-27	61,7	-23,0	38,0	-3,8	0		
	4	41	-37	39,7	-22,0	25,7	-15,3	0		
	9	58	-48	22,4	-17,3	26,6	-31,1	0		
NOV	25	66	-42	13,7	-8,7	33,2	-32,8	0		
	56	59	-3	13,3	-0,4	56,4	-2,1	0		
	11	63	-52	7,2	-6,1	17,3	-45,7	0		
DIC	18	82	-64	3,4	-3,9	21,9	-60,5	0		
	63	42	22	24,9	21,5	41,6	0	0		
	43	76	-33	16,9	-8,0	50,9	-24,8	0	EXC 98	DEF 98
ENE 99	0	71	-71	7,3	-9,6	9,6	-61,6	0	1216	-316
	9	67	-58	3,7	-3,6	12,8	-54,4	0		
	34	70	-37	2,4	-1,3	34,9	-35,5	0		
FEB	144	65	79	81,6	79,2	64,8	0	0		
	17	65	-48	46,2	-35,3	52,0	-12,8	0		
	12	56	-44	27,5	-18,7	30,9	-25,2	0		
MAR	44	56	-13	23,7	-3,8	47,5	-8,8	0		
	7	41	-35	15,8	-8,0	14,6	-26,7	0		
	25	44	-19	12,6	-3,2	28,0	-15,8	0		

Anexo 8. Balance Hídrico Seriado de suelo Litosol.

BHS Bella Unión 1998-99 Lámina: 11,4 mm

Hipótesis. Alm. dic. '97= 0 mm

MES	P	ETP	P-ETP	ALM	VarALM	ETR	D	E		
				0						
ENE	161	30	131	11,4	11,4	30,4	0	119,4		
	22	59	-37	0,44	-11,0	33,2	-26,0	0,0		
	467	40	426	11,4	11,0	40,5	0	415,2		
FEB	81	34	47	11,4	0,0	34,2	0	46,9		
	0	58	-57	0,07	-11,3	11,6	-46,0	0,0		
	76	39	37	11,4	11,3	38,9	0	25,4		
MAR	176	30	146	11,4	0,0	30,0	0	145,6		
	88	29	59	11,4	0,0	28,5	0	59,4		
	12	34	-22	1,68	-9,7	21,7	-12,1	0,0		
ABR	14	41	-27	0,15	-1,5	15,0	-25,8	0,0		
	176	14	162	11,4	11,2	14,3	0	150,5		
	47	18	29	11,4	0,0	18,1	0	29,4		
MAY	0	20	-20	2,04	-9,4	9,4	-10,2	0,0		
	16	18	-2	1,67	-0,4	16,3	-1,9	0,0		
	66	11	55	11,4	9,7	10,8	0	45,6		
JUN	47	9	38	11,4	0,0	9,1	0	37,8		
	168	7	161	11,4	0,0	7,2	0	160,7		
	3	10	-7	5,96	-5,4	8,4	-2,0	0,0		
JUL	25	11	14	11,4	5,4	10,7	0	8,5		
	19	15	4	11,4	0,0	15,1	0	4,0		
	56	12	45	11,4	0,0	11,8	0	44,6		
AGO	2	16	-15	3,18	-8,2	9,7	-6,3	0,0		
	23	20	2	5,64	2,5	20,4	0	0,0		
	29	17	12	11,4	5,8	16,9	0	5,9		
SET	104	27	78	11,4	0,0	26,6	0	77,8		
	24	27	-2	9,40	-2,0	26,4	0	0,0		
	36	29	7	11,4	2,0	29,4	0	4,8		
OCT	15	42	-27	1,09	-10,3	25,3	-16,5	0,0		
	4	41	-37	0,04	-1,0	4,7	-36,3	0,0		
	9	58	-48	0,00	0,0	9,3	-48,3	0,0		
NOV	25	66	-42	0,00	0,0	24,5	-41,5	0,0		
	56	59	-3	0,00	0,0	56,0	-2,5	0,0		
	11	63	-52	0,00	0,0	11,2	-51,8	0,0		
DIC	18	82	-64	0,00	0,0	18,0	-64,4	0,0		
	63	42	22	11,4	11,4	41,6	0	10,1		
	43	76	-33	0,64	-10,8	53,7	-22,0	0,0	EXC 98	DEF 98
ENE	0	71	-71	0,00	-0,6	0,6	-70,6	0,0	1391	-484
	9	67	-58	8E-06	0,0	9,2	-58,0	0,0		
	34	70	-37	3E-07	0,0	33,6	-36,8	0,0		
FEB	144	65	79	11,4	11,4	64,8	0	67,8		
	17	65	-48	0,17	-11,2	27,9	-36,9	0,0		
	12	56	-44	0,00	-0,2	12,4	-43,8	0,0		
MAR	44	56	-13	0,00	0,0	43,7	-12,5	0,0		
	7	41	-35	6E-05	0,0	6,6	-34,6	0,0		
	25	44	-19	1E-05	0,0	24,8	-18,9	0,0		

Anexo 9. Balance Hídrico Seriado de suelo Brunosol.

BHS Bella Unión 1998-99 Lámina: 92,79 mm
Hipótesis. Alm. dic. '97= 0 mm

MES	P	ETP	P-ETP	ALM	VarALM	ETR	D	E		
				0						
ENE	161	30	131	92,79	92,8	30,4	0	38,0		
	22	59	-37	62,28	-30,5	52,7	-6,5	0,0		
	467	40	426	92,79	30,5	40,5	0	395,6		
FEB	81	34	47	92,79	0,0	34,2	0	46,9		
	0	58	-57	50,04	-42,8	43,1	-14,5	0,0		
	76	39	37	86,76	36,7	38,9	0	0,0		
MAR	176	30	146	92,79	6,0	30,0	0	139,6		
	88	29	59	92,79	0,0	28,5	0	59,4		
	12	34	-22	73,34	-19,4	31,4	-2,4	0,0		
ABR	14	41	-27	54,62	-18,7	32,2	-8,6	0,0		
	176	14	162	92,79	38,2	14,3	0	123,6		
	47	18	29	92,79	0,0	18,1	0	29,4		
MAY	0	20	-20	75,12	-17,7	17,7	-1,9	0,0		
	16	18	-2	73,28	-1,8	17,7	-0,5	0,0		
	66	11	55	92,79	19,5	10,8	0	35,8		
JUN	47	9	38	92,79	0,0	9,1	0	37,8		
	168	7	161	92,79	0,0	7,2	0	160,7		
	3	10	-7	85,68	-7,1	10,1	-0,3	0,0		
JUL	25	11	14	92,79	7,1	10,7	0	6,9		
	19	15	4	92,79	0,0	15,1	0	4,0		
	56	12	45	92,79	0,0	11,8	0	44,6		
AGO	2	16	-15	79,31	-13,5	15,0	-1,1	0,0		
	23	20	2	81,77	2,5	20,4	0	0,0		
	29	17	12	92,79	11,0	16,9	0	0,6		
SET	104	27	78	92,79	0,0	26,6	0	77,8		
	24	27	-2	90,62	-2,2	26,6	0	0,0		
	36	29	7	92,79	2,2	29,4	0	4,6		
OCT	15	42	-27	69,51	-23,3	38,3	-3,5	0,0		
	4	41	-37	46,48	-23,0	26,7	-14,3	0,0		
	9	58	-48	27,60	-18,9	28,2	-29,5	0,0		
NOV	25	66	-42	17,64	-10,0	34,5	-31,5	0,0		
	56	59	-3	17,18	-0,5	56,5	-2,0	0,0		
	11	63	-52	9,83	-7,3	18,5	-44,5	0,0		
DIC	18	82	-64	4,91	-4,9	22,9	-59,5	0,0		
	63	42	22	26,41	21,5	41,6	0	0,0		
	43	76	-33	18,55	-7,9	50,8	-24,9	0,0	EXC 98	DEF 98
ENE	0	71	-71	8,61	-9,9	9,9	-61,3	0,0	1205	-245
	9	67	-58	4,61	-4,0	13,2	-54,0	0,0		
	34	70	-37	3,10	-1,5	35,1	-35,3	0,0		
FEB	144	65	79	82,30	79,2	64,8	0	0,0		
	17	65	-48	49,01	-33,3	50,0	-14,8	0,0		
	12	56	-44	30,52	-18,5	30,7	-25,5	0,0		
MAR	44	56	-13	26,66	-3,9	47,6	-8,7	0,0		
	7	41	-35	18,35	-8,3	14,9	-26,3	0,0		
	25	44	-19	14,96	-3,4	28,2	-15,5	0,0		

Anexo 10. Número de plantas/m² de las especies estudiadas.
Primer conteo.

Fecha conteo: 4/08/98

Tipo de Suelo: Superficial

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	69 pl/m2	200 pl/m2	84 pl/m2	118 pl/m2
T.R.Prop	918	645	353	639
T.R.Bayucua	211	230	238	226
L.P.LT2	372	299	326	332
T.P.E.116	253	142	365	253
T.V.Zucchi	188	39	227	151
L.Tenuis	219	123	200	181
L.S.Rincon	346	396	230	324
L.P.Maku	453	299	392	381
T.R.Sustain	664	568	442	558
L.P.Sunrise	672	599	342	538
T.R.Zapican	280	507	541	443
Ornithopus	58	65	65	63
T.R.Dusi	353	541	541	478
L.C.S. Gabriel	372	349	607	443
T.P.Red Queli	434	303	403	380
Dactylis	1306	1018	826	1050
Festuca	349	346	361	352
Raigras	572	568	380	507
Bromus	246	261	169	225

Anexo 11. Número de plantas/m² de las especies estudiadas.
Primer conteo.

Fecha conteo: 4/08/98

Tipo de Suelo: Medio

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	215	146	127	163
T.R.Prop	856	764	914	845
T.R.Bayucua	538	188	403	314
L.P.LT2	423	468	242	378
T.P.E.116	373	246	177	265
T.V.Zucchi	419	273	157	283
L.Tenuis	177	165	242	195
L.S.Rincon	334	292	277	301
L.P.Maku	384	319	234	312
T.R.Sustain	649	184	311	381
L.P.Sunrise	396	269	488	384
T.R.Zapican	495	442	284	407
Ornithopus	73	54	39	55
T.R.Dusi	411	415	335	387
L.C.S. Gabriel	357	365	388	370
T.P.Red Queli	388	219	300	302
Dactylis	1037	472	430	646
Festuca	299	165	223	229
Raigras	438	338	230	335
Bromus	296	108	92	165

Anexo 12. Número de plantas/m² de las especies estudiadas.
Primer conteo.

Fecha conteo: 4/08/98

Tipo de Suelo: Profundo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	131	81	119	110
T.R.Prop	449	599	641	563
T.R.Bayucua	342	265	369	325
L.P.LT2	242	296	449	329
T.P.E.116	258	292	253	268
T.V.Zucchi	215	157	215	196
L.Tenuis	277	215	307	266
L.S.Rincon	288	315	342	315
L.P.Maku	253	246	200	233
T.R. Sustain	472	338	388	399
L.P.Sunrise	288	392	380	320
T.R.Zapican	338	234	538	370
Ornithopus	58	58	85	67
T.R.Dusi	342	430	488	420
L.C.S. Gabriel	372	380	399	384
T.P.Red Queli	276	319	334	310
Dactylis	645	645	595	628
Festuca	253	146	146	182
Raigras	296	184	330	270
Bromus	161	65	169	132

Anexo 13. Número de plantas/m² de las especies estudiadas.
Segundo conteo.

Fecha conteo: 1/10/98

Tipo de Suelo: Superficial

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	38	77	50	55
T.R.Prop	800	596	288	561
T.R.Bayucua	123	73	181	126
L.P.LT2	335	388	392	372
T.P.E.116	127	169	342	213
T.V.Zucchi	200	35	192	142
L.Tenuis	246	142	154	181
L.S.Rincon	285	292	169	249
L.P.Maku	238	311	204	251
T.R. Sustain	408	335	308	350
L.P.Sunrise	465	342	227	345
T.R.Zapican	246	315	300	287
Ornithopus	46	42	50	46
T.R.Dusi	335	288	331	318
L.C.S. Gabriel	435	281	781	499
T.P.Red Queli	254	450	288	331
Dactylis	561	854	546	654
Festuca	181	177	381	246
Raigras	504	427	546	492
Bromus	158	142	250	183

Anexo 14. Número de plantas/m² de las especies estudiadas.
Segundo conteo.

Fecha conteo: 1/10/98

Tipo de Suelo: Medio

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	69	38	65	57
T.R.Prop	404	746	635	595
T.R.Bayucua	288	181	565	345
L.P.LT2	327	254	350	310
T.P.E.116	242	350	327	306
T.V.Zucchi	204	246	169	206
L.Tenuis	135	185	246	187
L.S.Rincon	254	277	238	256
L.P.Maku	181	219	404	268
T.R. Sustain	227	315	488	343
L.P.Sunrise	165	492	450	369
T.R.Zapican	215	450	350	338
Ornithopus	8	12	46	22
T.R.Dusi	311	323	300	311
L.C.S. Gabriel	223	261	288	257
T.P.Red Queli	338	204	238	260
Dactylis	523	642	538	568
Festuca	484	173	238	298
Raigras	477	296	219	331
Bromus	311	112	150	191

Anexo 15. Número de plantas/m² de las especies estudiadas.
Segundo conteo.

Fecha conteo: 1/10/98

Tipo de Suelo: Profundo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	23	127	50	67
T.R.Prop	373	650	519	514
T.R.Bayucua	254	177	411	281
L.P.LT2	204	215	258	226
T.P.E.116	373	435	373	394
T.V.Zucchi	227	111	211	183
L.Tenuis	265	165	304	245
L.S.Rincon	211	188	246	215
L.P.Maku	269	238	200	236
T.R. Sustain	342	254	385	327
L.P.Sunrise	196	223	242	220
T.R.Zapican	227	227	269	258
Ornithopus	19	50	11	27
T.R.Dusi	327	361	277	322
L.C.S. Gabriel	185	273	338	265
T.P.Red Queli	342	235	335	304
Dactylis	769	650	619	679
Festuca	261	146	192	200
Raigras	480	454	511	482
Bromus	196	142	169	169

Anexo 16. Número de plantas y puntos de crecimiento (p.c.)/m² de las especies estudiadas.

Tercer conteo.

Fecha conteo: 30/11/98

Tipo de Suelo: Superficial

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	38	46	15	33
T.R.Prop	1292	2288	1038	1539
T.R.Bayucua	1158	323	700	727
L.P.LT2	1127	1242	2473	1847
T.P.E.116	119	138	127	128
T.V.Zucchi	100	35	88	74
L.Tenuis	192	177	173	181
L.S.Rincon	196	88	161	148
L.P.Maku	1658	1361	2069	1696
T.R.Sustain	1965	753	1050	1256
L.P.Sunrise	742	684	1461	962
T.R.Zapican	1365	1842	888	1369
Ornithopus	0	0	15	5
T.R.Dusi	1461	1665	935	1364
L.C.S. Gabriel	254	238	358	283
T.P.Red Queli	208	250	227	228
Dactylis	404	396	354	385
Festuca	361	215	219	265
Raigras	364	358	384	369
Bromus	73	131	77	94

Anexo 17. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.

Tercer conteo.

Fecha conteo: 30/11/98

Tipo de Suelo: Medio

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	8	3
T.R.Prop	6415	6004	3926	5448
T.R.Bayucua	1707	1254	1600	1519
L.P.LT2	915	1607	1231	1251
T.P.E.116	204	211	173	196
T.V.Zucchi	177	146	119	147
L.Tenuis	135	123	154	137
L.S.Rincon	192	146	96	145
L.P.Maku	2023	1661	1554	1746
T.R.Sustain	2007	1796	2015	1939
L.P.Sunrise	1815	1673	2738	2075
T.R.Zapican	2134	2311	1523	1989
Ornithopus	15	4	19	13
T.R.Dusi	730	1285	1550	1188
L.C.S. Gabriel	207	181	154	181
T.P.Red Queli	227	254	161	214
Dactylis	292	246	238	259
Festuca	211	146	146	167
Raigras	141	73	100	105
Bromus	119	62	23	68

Anexo 18. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Tercer conteo.

Fecha conteo: 30/11/98

Tipo de Suelo: Profundo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	4	12	4	7
T.R.Prop	8427	7558	6661	7549
T.R.Bayucua	3011	3031	2608	2883
L.P.LT2	2896	2288	1577	2254
T.P.E.116	358	342	358	353
T.V.Zucchi	158	104	162	141
L.Tenuis	173	177	269	206
L.S.Rincon	173	215	192	193
L.P.Maku	1296	1800	1504	1533
T.R. Sustain	3800	3119	3550	3490
L.P.Sunrise	3285	1858	2131	2425
T.R.Zapican	1477	2085	3385	2316
Ornithopus	9	15	12	12
T.R.Dusi	1885	1992	1965	1947
L.C.S. Gabriel	273	250	273	265
T.P.Redqueli	400	212	377	330
Dactylis	512	239	350	367
Festuca	335	258	104	232
Raigras	254	173	196	208
Bromus	31	81	135	83

Anexo 19. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Cuarto conteo.

Fecha Conteo: 15/01/99

Tipo de Suelo: Superficial

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	0	0
T.R.Prop	1781	965	1342	1362
T.R.Bayucua	823	196	404	474
L.P.LT2	1100	1061	957	1039
T.P.E.116	58	50	92	66
T.V.Zucchi	0	19	19	12
L.Tenuis	119	119	85	107
L.S.Rincon	104	96	104	101
L.P.Maku	1838	159	650	882
T.R. Sustain	723	288	834	615
L.P.Sunrise	1023	711	481	738
T.R.Zapican	1142	373	0	505
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	911	750	273	644
L.C.S. Gabriel	208	100	277	195
T.P.Red Queli	93	165	96	118
Dactylis	223	65	211	169
Festuca	157	96	100	117
Raigras	31	35	100	55
Bromus	35	27	15	26

Anexo 20. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Cuarto conteo.

Fecha Conteo: 15/01/99

Tipo de Suelo: Medio

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	7	2
T.R.Prop	2884	1154	1454	1831
T.R.Bayucua	565	946	789	766
L.P.LT2	1719	246	992	986
T.P.E.116	96	69	154	106
T.V.Zucchi	85	123	23	77
L.Tenuis	131	77	104	104
L.S.Rincon	88	61	115	88
L.P.Maku	1342	1138	888	1123
T.R. Sustain	258	1088	1431	926
L.P.Sunrise	442	908	1050	800
T.R.Zapican	0	242	1327	523
Ornithopus	0	0	15	5
T.R.Dusi	0	458	1035	498
L.C.S. Gabriel	123	119	146	129
T.P.Red Queli	27	73	119	73
Dactylis	81	111	119	104
Festuca	38	69	88	65
Raigras	27	61	65	51
Bromus	0	8	15	7

Anexo 21. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Cuarto conteo.

Fecha Conteo: 15/01/99

Tipo de Suelo: Profundo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	4	0	0	1
T.R.Prop	2538	1658	2004	2067
T.R.Bayucua	642	1458	442	847
L.P.LT2	1873	1265	1465	1534
T.P.E.116	158	108	192	153
T.V.Zucchi	50	23	23	32
L.Tenuis	146	123	188	152
L.S.Rincon	69	85	96	83
L.P.Maku	1773	1192	1481	1482
T.R. Sustain	1562	1065	592	1073
L.P.Sunrise	1323	1985	1619	1642
T.R.Zapican	496	427	654	526
Ornithopus	0	8	4	4
T.R.Dusi	835	804	773	804
L.C.S. Gabriel	169	215	165	183
T.P.Red Queli	165	62	138	122
Dactylis	0	69	15	28
Festuca	35	19	42	32
Raigras	42	61	58	54
Bromus	12	0	0	4

Anexo 22. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Quinto conteo.

Fecha Conteo: 19/02/99

Tipo de Suelo: Superficial

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	0	0
T.R.Prop	2085	88	569	914
T.R.Bayucua	400	230	100	243
L.P.LT2	796	1273	1250	1106
T.P.E.116	15	19	38	24
T.V.Zucchi	0	0	0	0
L.Tenuis	123	96	111	110
L.S.Rincon	65	81	85	77
L.P.Maku	1135	877	911	974
T.R. Sustain	0	15	230	82
L.P.Sunrise	704	485	815	668
T.R.Zapican	623	208	127	319
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	785	508	177	490
L.C.S. Gabriel	146	127	246	173
T.P.Red Queli	173	15	42	77
Dactylis	169	65	88	107
Festuca	162	135	81	126
Raigras	15	38	38	30
Bromus	0	11	8	6

Anexo 23. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Quinto conteo.

Fecha Conteo: 19/02/99

Tipo de Suelo: Medio

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	4	0	0	1
T.R.Prop	1535	73	638	749
T.R.Bayucua	169	161	38	126
L.P.LT2	261	142	65	156
T.P.E.116	77	8	42	42
T.V.Zucchi	11	8	0	6
L.Tenuis	146	127	142	138
L.S.Rincon	11	4	11	9
L.P.Maku	108	23	127	86
T.R. Sustain	38	181	450	223
L.P.Sunrise	85	215	604	301
T.R.Zapican	4	0	81	28
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	8	0	96	35
L.C.S. Gabriel	19	31	161	70
T.P.Red Queli	0	23	31	18
Dactylis	111	65	73	83
Festuca	19	31	38	29
Raigras	0	0	0	0
Bromus	23	4	4	10

Anexo 24. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Quinto conteo.

Fecha Conteo: 19/02/99

Tipo de Suelo: Profundo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	0	0
T.R.Prop	665	1846	1292	1268
T.R.Bayucua	604	692	627	641
L.P.LT2	1969	1400	1008	1459
T.P.E.116	111	50	100	87
T.V.Zucchi	0	0	0	0
L.Tenuis	231	146	165	181
L.S.Rincon	146	92	100	113
L.P.Maku	1308	788	869	988
T.R.Sustain	477	635	1104	739
L.P.Sunrise	1204	1611	1419	1411
T.R.Zapican	596	554	400	517
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	277	335	446	353
L.C.S. Gabriel	181	269	196	215
T.P.Red Queli	62	46	92	67
Dactylis	258	208	92	186
Festuca	138	65	15	73
Raigras	0	0	0	0
Bromus	0	0	0	0

Anexo 25. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Sexto conteo.

Fecha Conteo: 15/03/99

Tipo de Suelo: Superficial

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	0	0
T.R.Prop	0	0	8	3
T.R.Bayucua	246	0	0	82
L.P.LT2	431	1073	750	751
T.P.E.116	0	0	0	0
T.V.Zucchi	0	0	0	0
L.Tenuis	93	97	131	107
L.S.Rincon	104	100	135	113
L.P.Maku	800	654	443	632
T.R.Sustain	0	0	0	0
L.P.Sunrise	693	546	158	466
T.R.Zapican	608	0	0	203
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	62	50	8	40
L.C.S. Gabriel	161	142	200	168
T.P.Red Queli	119	0	0	40
Dactylis	139	93	181	138
Festuca	158	100	120	126
Raigras	31	8	4	14
Bromus	0	0	0	0

Anexo 26. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Sexto conteo.

Fecha Conteo: 15/03/99

Tipo de Suelo: Medio

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	0	0
T.R.Prop	62	4	51	39
T.R.Bayucua	0	4	4	3
L.P.LT2	81	8	69	53
T.P.E.116	0	0	8	3
T.V.Zucchi	0	0	0	0
L.Tenuis	92	123	104	106
L.S.Rincon	0	0	0	0
L.P.Maku	50	16	35	34
T.R. Sustain	0	0	100	34
L.P.Sunrise	16	66	227	103
T.R.Zapican	0	0	19	6
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	0	4	8	4
L.C.S. Gabriel	4	4	61	23
T.P.Red Queli	4	0	0	1
Dactylis	43	16	15	25
Festuca	0	4	4	3
Raigras	4	0	0	1
Bromus	8	0	4	4

Anexo 27. Número de plantas y p.c./m² de las especies estudiadas.
Sexto conteo.

Fecha Conteo: 15/03/99

Tipo de Suelo: Profundo

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Media
T.alexandrinum	0	0	0	0
T.R.Prop	213	400	870	494
T.R.Bayucua	42	416	69	176
L.P.LT2	1242	881	596	906
T.P.E.116	23	23	27	24
T.V.Zucchi	0	0	0	0
L.Tenuis	173	96	119	129
L.S.Rincon	89	89	42	73
L.P.Maku	712	593	469	591
T.R. Sustain	196	273	250	240
L.P.Sunrise	793	1131	896	940
T.R.Zapican	104	27	123	85
Ornithopus	0	0	0	0
T.R.Dusi	69	58	8	45
L.C.S. Gabriel	123	162	119	135
T.P.Red Queli	0	46	19	22
Dactylis	96	93	23	71
Festuca	42	0	0	14
Raigras	0	0	0	0
Bromus	0	0	0	0