UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA FACULTAD DE AGRONOMÍA

ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN SUELOS DE LOMADAS DEL ESTE.

- 1. Productividad Física y Económica, y estado de algunas propiedades del suelo en cuatro intensidades de uso.
- 2. Intensidad de laboreo y respuesta a nitrógeno en verdeos de invierno.

por

Gonzalo JAURECHE BALLEFIN Gonzalo PINEDO PRIETO Alfredo Martín SILVEIRA ARZUAGA

FACTBUILD OF A THE STATE OF A STA

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

MONTEVIDEO URUGUAY 1999

Tesis aprobada por:	•
Director:	Ing. Agr., M.Sc., Guillermo Scaglia
	Ing. Agr., Ph.D., Fernando García
	Ing. Agr. José Terra
	Ing. Agr. Pablo Amarante
Fecha:	21 de Mayo de 1999.
Autores:	Gonzalo Jaureche Ballefin
	Gonzalo Pinedo Prieto
	Alfredo Martín Silveira Arzuaga

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su invalorable apoyo.

A todo el personal de la Unidad Experimental Palo a Pique del I.N.I.A. Treinta y Tres.

A los miembros del tribunal de evaluación y en especial a los lng. Agr. José Terra y Fernando García, por su apoyo científico y humano a lo largo de todo el trabajo.

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

A la Asociación Rural del Uruguay y al Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca por permitirnos acceder a sus bibliotecas.

A la Asociación de Consignatarios de Ganado.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible este trabajo.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°:	Página
1: Producción de forraje otoño-invernal de verdeos puros y asociados a una	
mezcla forrajera de trébol rojo, Lotus y Festuca	22
2: Producción de forraje primaveral de verdeos puros y asociados a una mezcla	
forrajera de trébol rojo, Lotus y Festuca	
3: Producción de forraje anual de verdeos puros y asociados a una mezcla	
forrajera de trébol rojo, Lotus y Festuca	. 23
4: Producción total, distribución estacional y porcentual de diferentes	
verdeos	24
5: Producción total (kg/há) de forraje de raigrás y avena, con y sin Nitrógeno,	
obtenida en La Estanzuela, en 1973	. 25
6: Eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado	
7: Producción de forraje en el invierno de 1996 de chacras demostrativas de un	
predio lechero en su 2º año de Siembra Directa	32
8: Producción anual de materia seca. de T blanco + maleza en kg/há	
9: Producción total, distribución estacional y porcentual de diferentes bases	
forrajeras	. 35
10: Producción anual (ton MS/há) y distribución estacional de trébol	
blanco, lotus, trébol rojo, y alfalfa	. 36
11: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo,	
al inicio del subperíodo fin de invierno-primavera media (14/8/96 al 31/10/96)	. 40
12: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo,	
al inicio del subperíodo fin de primavera-verano (31/10/96 al 14/3/97)	. 40
13: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo,	
al inicio del subperíodo fin de otoño-invierno (16/5/97 al 22/8/97)	. 40
14: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo,	
al inicio del subperíodo primavera (22/8/97 al 24/11/97)	. 41
15: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo,	
al inicio del subperíodo fin de verano-inicio de otoño (2/2/98 al 30/3/98)	. 41
16: Densidad aparente promedio y contenido de agua volumétrico en el suelo	
promedio para las cuatro Intensidades de Uso del Suelo	. 45
17: Resistencia a la penetración promedio (expresada en MPa) para las cuatro	
Intensidades de Uso del Suelo	46
18: Resultados promedio de propiedades químicas de las cuatro Intensidades	
de Uso del Suelo para los años 1995, 1996 y 1997.	. 47
19: Reservas forrajeras (kg MS/há) en cada Intensidad de Uso del Suelo	
considerando a toda la superficie del sistema (1996-1997).	. 49
20: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo	
y categoría animal (14/8/96 al 31/10/96)	50
21: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo	
y categoria animal (31/10/96 al 14/3/97)	. 51
22: Producción de carne total según Intensidad de Uso del Suelo y categoría	
animal (1996-1997)	. 53

23: Calidad de pastura expresado en porcentaje para las diferentes fracciones determinadas (1997-1998)	
Tractiones determinadas (1997-1990)	6
24: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo	
y categoría animal (16/5/97 al 22/8/97)	57
25: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo	
y categoría animal (22/8/97 al 24/11/97)	59
26: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo	
y categoría animal (2/2/98 al 30/3/98)	60
27: Producción de carne total según Intensidad de Uso del Suelo y categoría	
animal (1997-1998)	61
animal (1997-1998)	,
en 4 Intensidades de Uso del Suelo	
29: Productos brutos, costos directos y márgenes brutos obtenidos en 1997-1998,	
en 4 Intensidades de Uso del Suelo	63
30: Relación costo/beneficio para los periodos en estudio	64
31: Principales resultados de la Parametrización de los costos e ingresos	
(U\$S/há)	. 65
Figura N°:	
1: Efecto de distintos tipos de rotaciones sobre la densidad aparente de los	
suelos, determinado en La Estanzuela	6
·	
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-19	97). 48
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	97). 48 49
 Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-193) 	97). 48 49 98). 54
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-19 3: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-19 5: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 	997). 48 49 998). 54 55
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 	97). 48 49 998). 54 55 73
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 	997). 48 49 998). 54 55 73
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo 	997). 48 49 998). 54 75 74 75
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique	997). 48 49 998). 54 75 74 75 76
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo 9: Porcentaje de carbono orgánico a la siembra según Intensidad de Laboreo 10: Número de plantas/m2 15 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 	997). 48 49 998). 54 75 74 75 76
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo 9: Porcentaje de carbono orgánico a la siembra según Intensidad de Laboreo 10: Número de plantas/m2 15 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 11: Porcentaje de cobertura del suelo por restos secos 20 días postemergencia 	997). 48 49 998). 54 73 74 75 76
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo 9: Porcentaje de carbono orgánico a la siembra según Intensidad de Laboreo 10: Número de plantas/m2 15 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 11: Porcentaje de cobertura del suelo por restos secos 20 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 	997). 48 49 998). 54 73 74 75 76
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo 9: Porcentaje de carbono orgánico a la siembra según Intensidad de Laboreo 10: Número de plantas/m2 15 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 11: Porcentaje de cobertura del suelo por restos secos 20 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 12: Niveles de fósforo al macollaje a distintas profundidades del suelo según 	997). 48 49 998). 54 75 74 76 77
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 75 74 76 77
 2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique 7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo 8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo 9: Porcentaje de carbono orgánico a la siembra según Intensidad de Laboreo 10: Número de plantas/m2 15 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 11: Porcentaje de cobertura del suelo por restos secos 20 días postemergencia según Intensidad de Laborco. 12: Niveles de fósforo al macollaje a distintas profundidades del suelo según 	997). 48 49 998). 54 75 74 76 77
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 75 76 76 77 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997) 4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-195: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998) 6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique	997). 48 49 998). 54 75 76 76 77 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193). Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 73 75 76 77 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193): Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 73 75 76 77 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193): Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 73 74 75 76 77 78 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 73 74 75 76 78 78 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193): Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 73 74 75 76 78 78 78
2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-193: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997)	997). 48 49 998). 54 73 75 76 77 78 78 78 78

18: Materia seca disponible al primer pastoreo según Intensidad	
de Laboreo considerando solamente las parcelas fertilizadas con 150	
unidades de N/há y las parcelas no fertilizadas	85
19: Materia seca utilizada (kg/há) al primer pastoreo según Intensidad	
de Laboreo	35
20: Materia seca utilizada (kg/há) al primer pastoreo según dosis de	
N/há aplicada al macollaje	6
21: Materia seca utilizada (%) al primer pastoreo según Intensidad	
de Laboreo	7
22: Materia seca utilizada (%) al primer pastoreo según dosis	
de N/há aplicada al macollaje	7
23: Niveles de nitratos posterior al primer pastoreo a distintas	
profundidades del suelo según Intensidad de Laboreo	8
24: Niveles de nitratos posterior al primer pastoreo a distintas profundidades	
del suelo según dosis de N/há aplicada macollaje	9
25: Resistencia a la penetración en el perfil del suelo posterior al primer	
pastoreo según Intensidad de Laboreo 90	0
26: Densidad Aparente del suelo posterior al primer pastoreo	
según Intensidad de Laboreo	į
27: Contenido de agua volumétrico en el suelo posterior al primer	
pastoreo según Intensidad de Laboreo	
28: Materia seca disponible al segundo pastoreo según dosis	
de N/há apticada al macollaje	i
29: Materia seca disponible al segundo pastoreo según Intensidad de	
Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo	3
30: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo	
según Intensidad de Laboreo	1
31: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según	
dosis de N/há aplicada al macollaje	ŀ
32: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según	
dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo	
33: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según	
Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo 9	15
34: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según	
dosis de N/há aplicadas al macollaje y posteriormente al primer pastoreo	6
35: Materia seca utilizada (kg/há)al segundo pastoreo según dosis	
de N/há aplicada al macollaje	7
36: Materia seca utilizada (kg/há) al segundo pastoreo según Intensidad de	
Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo	7
37: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según	_
Intensidad de Laboreo	8
38: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según dosis	
de N/há aplicada al macollaje	8
39: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según Intensidad	
de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo	9

40: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según dosis de N/há	00
aplicada al macollaje y posterior al primer pastoreo	99
41: Niveles de nitratos en el suelo después del segundo pastoreo según	
dosis de N/há aplicada al macollaje	100
42: Niveles de nitratos en el suelo después del segundo pastoreo según	
Intensidad de laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer	
pastoreo	. 101
43: Materia seca disponible al tercer pastoreo según Intensidad de Laboreo	
44: Materia seca disponible al tercer pastoreo según dosis de N/há aplicada	
posteriormente al segundo pastoreo	. 103
45: Materia seca disponible al tercer pastoreo según Intensidad de Laboreo	
y dosis de N/há aplicada posteriormente al segundo pastoreo	103
46: Concentración de materia seca en el forraje verde (%) al tercer	
pastoreo según Intensidad de Laboreo	104
47: Concentración de materia seca en el forraje verde (%) al tercer pastoreo	
según dosis de N/há aplicada al macollaje	105
48: Concentración de materia seca en el forraje verde (%) al tercer pastoreo	
según Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada al macollaje	105
49: Resistencia a la penetración del suelo posterior al tercer pastoreo según	
Intensidad de Laboreo.	106
Gráfica Nº:	
1: Respuesta en materia seca al agregado de nitrógeno	27

TABLA DE CONTENIDO

DÁCINIA DE ADDODACIÓN:	Página
PÁGINA DE APROBACIÓNAGRADECIMIENTOS	
AGRADECIMIENTOSLISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	
EISTA DE COADROG E IEOGTICACIONES	
<u>1. INTRODUCCIÓN GENERAL</u>	. 1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	. 4
2.1 ROTACION CULTIVO-PASTURA: EFECTOS SOBRE EL SUELO	. 4
2.1.1 Principales efectos de las rotaciones sobre el suelo	. 4
2.2 INTENSIDAD DE LABOREO Y CONCEPTO DE MANEJO	
CONSERVACIONISTA	6
2.2.1 Conceptos sobre laboreo convencional, laboreo reducido, siembra	
directa y laboreo conservacionista.	
2.2.2 Propiedades Químicas.	
2.2.3 Propiedades Físicas.	
2.2.4 Efecto de los rastrojos en superficie.	14
2.2.4.1 Introducción	14
2.2.4.2 Efectos sobre el balance de radiación	
2.2.4.3 Control del ingreso y pérdida de agua desde el suelo	
2.2.4.4 Efecto en la Implantación del Cultivo	16
2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA	16
2.3.1 Introducción.	16
2.3.2 Ventajas y Desventajas.	17
2.4 PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS	21
2.4.1 Introducción	
2.4.2 Producción de verdeos.	
2.4.2.1 Productividad estacional de verdeos consociados	
2.4.2.2 Respuesta a la fertilización nitrogenada	
2.4.2.3 Factores que inciden en la respuesta	
2.4.2.4 Efectos sobre la producción de materia seca	
2.4.2.5 Efectos sobre la distribución estacional de la materia seca	
2.4.2.6 Eficiencia de Utilización del Nitrógeno aplicado	29
2.4.2.7 Respuesta al Nitrógeno bajo diferentes sistemas de laboreo	
2.4.3 Productividad de praderas	

<u>PÍTULO Nº1: ENSAYO DE LARGA DURACIÓN</u>	
ENSIDADES DE USO DEL SUELO"	37
3,1 INTRODUCCIÓN	27
3,1 INTRODUCCION	37
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.2.1 Descripción del ensayo	38
3.2.1.1 Diseño	
3.2.1.2 Manejo de la pastura	39
3.2.2 Variables evaluadas	
3.2.2.1 Propiedades de los suelos	
3.2.2.2 Productividad física	43
3.2.2.3 Resultado económico	43
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.3.1 Caracterización climatológica.	
3.3.2 Propiedades físicas del suelo	
3.3,3 Propiedades químicas del suelo	
3,3.4 Producción vegetal en 1996-1997.	
3.3.5 Producción animal en 1996-1997	
3.3.5.1 Producción animal en fin de invierno-primavera media	
(14/8/96 al 3 1/10/96)	50
3.3.5.2 Producción animal en fin de primavera-verano	
(31/10/96 al 14/3/97)	53
3.3.5.3 Producción animal total en 1996-1997.	
3.3.6 Producción vegetal en 1997-1998	
3.3.7 Producción animal en 1997-1998	
3.3.7.1 Producción animal en fin de otoño-invierno	
(16/5/97 al 22/8/97)	57
3.3.7.2 Producción animal en primavera (22/8/97 al 24/11/97)	58
3.3.7.3 Producción animal en fin de verano-inicio de otoño	
(2/2/98 al 30/3/98)	60
3.3.7.4 Producción animal total en el 1997-1998.	61
3.3.8 Resultado económico	
3.4 CONCLUSIONES	66
5.7 CONCEOSIONES	
3.5 RESUMEN	67

4. CAPÍTULO 2: ENSAYO DE MEDIANA DURACIÓN "INTENSIDAD DE LABOR	EO Y
FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN CULTIVOS FORRAJEROS"	
4.1 INTRODUCCIÓN	69
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS	
4.2.1 Descripción del ensayo.	
4.2.2 Variables evaluadas	
4.2.3 Análisis estadístico	72
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
4.3.1 Balance hídrico 1997	
4.3.2 Propiedades químicas del suelo a la siembra. 4.3.2.1 Fósforo.	
4.3.2.2 Disponibilidad de nitratos	
4.3.2.3 Carbono Orgánico	
4.3.2.4 Potasio	
4.3.2.5 pH	
4.3.3 Implantación del cultivo	
4.3.4 Rastrojo en superficie.	
4.3.5 Propiedades químicas del suelo al macollaje	
4.3.5.1 Fósforo	
4.3.5.2 Disponibilidad de nitratos	
4.3.5.3 Carbono Orgánico	
4.3.5.4 pH	
4.3.6 Materia seca al primer pastoreo	
4.3.6.1 Materia Seca Disponible	, 83
4.3.6.2 Materia Seca Disponible considerando solamente las	
parcelas 0 y 150 unidades de N/há	84
4,3.6,3 Materia Seca Utilizada	
4.3.7 Contenido de nitratos en el suelo después del primer pastoreo	88
4.3.8 Propiedades físicas del suelo después del primer pastoreo	89
4.3.8.1 Resistencia a la Penetración.	
4.3.8.2 Densidad Aparente	
4.3.9 Materia seca al segundo pastoreo	
4.3.9.1 Materia Seca Disponible	
4.3.9.2 Contenido de materia seca en el forraje disponible	
4,3.9.3 Materia Seca Utilizada	
4.3.10 Contenido de nitratos en el suelo después del segundo pastoreo	
4.3.11 Materia seca al tercer pastoreo.	
4.3.11.1 Materia Seca Disponible	
4.3.11.2 Contenido de materia seca en el forraje verde	
4.3.12 Propiedades físicas del suelo después del tercer pastoreo	
4.3.12.1 Resistencia a la Penetración	
4.3.12.2 Densidad Aparente	106

	4.4 CONCLUSIONES	108
	4.5 RESUMEN	110
5. BII	BLIOGRAFÍA	112
6. AN	EXO.	119

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Una proporción importante de los suelos sobre Lomadas del Este (predominantemente Argisoles y Planosoles) que se caracterizan por presentar un alto riesgo de erosión, degradación e infestación por Cynodon dactylon, fueron sometidos durante algunos años al cultivo de la soja (campo natural—2 cultivos—rastrojo—campo regenerado), quedando en evidencia su fragilidad en la década del 80, cuando el cultivo tuvo su máxima expansión. Éste se realizaba bajo laboreo convencional, sin una inclusión de rotaciones con pasturas. Estos suelos poseen un drenaje imperfecto y un alto riesgo de sequía, lo que limita seriamente su uso con laboreo convencional. De acuerdo a la clasificación del USDA pertenecen a la Clase III a IV de Capacidad de Uso. (Blanco et al., 1996; García y Blanco, 1994*; Terra et al., 1997). (Por información detallada sobre estos suelos y el paisaje en que ocurren consultar a Altamirano et al., 1976, 1988; Durán, 1985).

El ajustado margen económico logrado con ganadería extensiva sobre campo natural y la apertura de nuevos mercados, tanto para la carne vacuna como ovina, lleva a la necesidad de intensificar la producción, incluyendo pasturas y cultivos para la alimentación animal.

Esta situación, sumada a la problemática de los suelos, y la falta de ofertas tecnológicas para la zona de Lomadas, para atender específicamente los problemas de sostenibilidad del recurso suelo en una perspectiva de intensificación de la producción ganadera, llevó a que en el año 1995 en la Unidad Experimental Palo a Pique del I.N.I.A Treinta y Tres, se instalara un experimento de larga duración comparando intensidades de uso del suelo contrastantes entre pasturas y cultivos forrajeros (eventualmente cosecha de granos). Dentro del mismo, se realiza investigación analítica, asociada a problemas de manejo y de implementación de la tecnología de siembra directa en sistemas forrajeros, entre los que se incluyen experimentos de intensidad de laboreo y fertilización nitrogenada en cultivos forrajeros.

Los efectos de sistemas de producción alternativos (que incluyen cultivos forrajeros y de grano, y pasturas) sobre los recursos naturales, así como su productividad física, su performance económica y su sostenibilidad a largo plazo, sólo pueden evaluarse en experimentos de larga duración (Jenkinson, 1991; Mitchell et al., 1991; citados por García y Blanco, 1994).

Como características diferenciales de este experimento con respecto a ensayos semejantes realizados previamente, como por ejemplo el ensayo de larga duración de rotaciones de pasturas y cultivos, iniciado en 1963 en I.N.I.A La Estanzuela, se destacan la utilización de la tecnologia de siembra directa (máquinas de siembra directa y herbicidas), con énfasis más forrajero que granifero, la utilización de la pastura a través del pastoreo directo con animales y el diseño con parcelas de tamaño grande (12 parcelas de 6 há cada una). Este diseño permite registrar los efectos del manejo y del ambiente, del mismo modo que ocurren en condiciones reales de producción (Díaz Roselló, 1992; García Préchac, com. pers.).

^{*} GARCÍA, F; BLANCO, F. 1994. Anteproyecto de Rotaciones y manejo del suelo presentado ante PRENADER. 23p.

La siembra directa es una tecnología agrícola basada en la utilización de herbicidas para el control de las malezas, requiriendo máquinas sembradoras capaces de colocar las semillas a través de una capa de residuos, en suelos con un relativo grado de compactación (Maddalena, 1994).

Las principales razones que determinan la creciente expansión de la siembra directa son el control de la erosión (Blevins et al., 1990, citados por Maddalena, 1994; Ernst y Siri, 1995; García Préchac, 1997 y 1998; Martino, 1997); incorporación de áreas consideradas marginales (áreas con pendientes pronunciadas, suelos con pobre estructura, suelos con presencia de un horizonte Bt muy desarrollado o a escasa profundidad) (García Préchac, 1998; Martino, 1994b; Laco y Thompson, 1996; Larrambebere y Pereira, 1996), conservación del agua del suelo y eficiencia del uso del agua por parte de las plantas (García Préchac, 1998; Larrambebere y Pereira, 1996; Maddalena, 1994), mayor firmeza de piso de pastoreo, permitiendo que la materia seca producida sea efectivamente consumida por el ganado (García Préchac, 1998; Terra, 1997; Martino, 1995; Laco y Thompson, 1996), y la economía del sistema a largo plazo en cuanto a requerimientos de fertilizantes debido al aumento del contenido de materia orgánica (Martino, 1995; Rizzardi, 1995).

Así como surgen ventajas, también surgen desventajas como por ejemplo dificultades en el manejo de la fertilización nitrogenada, debido a la menor mineralización de la materia orgánica, menor nitrificación, y mayor inmovilización, denitrificación y volatilización, lo que disminuye la eficiencia de uso del nitrógeno aplicado (García Préchac, 1998; Bordoli, 1997; Ernst y Siri, 1997; Rizzardi, 1995), un mayor contenido de agua en el suelo que puede causar excesos fundamentalmente durante el invierno (Maddalena, 1994); mayor compactación en los primeros centímetros del perfil del suelo debido a la no remoción con laboreo (al menos en los primeros años de implantado el sistema de siembra directa) (García Préchac, 1997); la necesidad de un alto grado de conocimiento y precisión en las operaciones que determinan complejidad del sistema, como por ejemplo en el manejo de los residuos en superficie y una correcta profundidad de siembra (Maddalena, 1994).

Otras desventajas en el uso de la siembra directa son: preocupación por el alto uso de agroquímicos (Maddalena, 1994); mayor riesgo de padecer enfermedades y plagas que sobrevivan en los restos de cultivos; presencia de sustancias alelopáticas que perjudiquen el normal desarrollo de la actual población vegetal (García Préchac com. pers.; Martino, 1994b) y la necesidad de invertir en maquinaria especializada que demanda esta técnica (Maddalena, 1994).

Los objetivos generales del experimento de larga duración son dos: 1) generar información tecnológica en los suelos de Lomadas del Este, en relación a distintas intensidades de uso del suelo; y 2) generar sistemas alternativos de producción con énfasis en la ganadería de recría y engorde, que resulten sustentables física y económicamente en el largo plazo.

Los objetivos específicos, principalmente atacados a través de experimentos analíticos de mediana duración son: a) evaluar a largo plazo el efecto de distintas Intensidades de Uso del Suelo con cultivos forrajeros y pasturas sobre la productividad y sostenibilidad del recurso suelo;

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ROTACION CULTIVO-PASTURA: EFECTOS SOBRE EL SUELO.

2.1.1 Principales efectos de las rotaciones sobre el suelo.

El sistema de producción agrícola en Uruguay evolucionó desde agricultura continua con laboreo (laboreo convencional) a una rotación pastura - cultivos anuales con laboreo y actualmente una creciente inserción de la siembra directa. Este cambio provocó una mejora en las propiedades físico - químicas del suelo y redujo las pérdidas de suelo y fertilidad provocadas por la erosión hídrica (Díaz Roselló, 1992).

En los sistemas productivos basados en rotaciones de cultivos con pasturas con laboreo se identifican dos periodos definidos por la ganancia o pérdida de potencial productivo del suelo. Durante la fase agrícola se pierde fertilidad (Carbono orgánico y Nitrógeno) y durante la fase de pastura se recupera (Ernst y Siri, 1997).

Díaz Roselló (1992), con información del experimento de larga duración de CIAAB "La Estanzuela", concluyó que durante el ciclo de agricultura con laboreo (4 años) se pierde en promedio 650kg/há de nitrógeno total, mientras que durante el ciclo de pasturas (4 años) se incorpora 500kg/há, con lo cual se verificó un balance negativo de 150kg/há de nitrógeno total al completarse el ciclo de 8 años.

Existe relación entre el aumento de materia orgánica en suelos bajo pastura y los cambios en el estatus de nitrógeno y propiedades fisicas del suelo. En general, se entiende que cuando a un suelo bajo cultivos se le implantan pasturas, se restaura el nivel de nitrógeno y también se agregan materiales orgánicos, los que por lo general cambian las condiciones físicas del suelo, de manera tal que lo convierten en un medio más apto para el crecimiento vegetal (Greenland, 1971; citado por Rovira y Uriarte, 1979).

Por otro lado, Marchesi (1997), menciona que la fase de cultivos con laboreos, provoca pérdida de materia orgánica y degradación física del suelo. Esta degradación se recupera parcialmente en la fase de pasturas.

Según Baethgen et al. (1980), el aumento de la productividad por há. de las rotaciones con pasturas permanentes, se debe principalmente a tres factores: a) la fijación de nitrógeno por las leguminosas; b) los efectos beneficiosos de las pasturas sobre las condiciones físicas del suelo; c) el uso más eficiente del suelo, al reducirse los períodos improductivos.

Según Cibils (1977), citado por Rovira y Uriarte (1979), la inclusión de las praderas en las rotaciones agrícolas lleva a que se obtengan valores de materia orgánica mayores en el equilibrio, que en los casos en los cuales las rotaciones sólo incluyen cultivos.

El tipo de pradera, el número de años de la pradera en la rotación, y su relación con el número de años de otros cultivos, afecta el equilibrio de la materia orgánica en el suelo (Marchesi, 1970; citado por Rovira y Uriarte, 1979).

La fertilización de pasturas tiene efecto sobre la producción de forraje y sobre la fertilidad del suelo (CIAAB, 1971). La fertilización con fósforo produce un aumento del número y producción de forraje de las leguminosas. Éstas, por su capacidad de fijar nitrógeno, aumentan el contenido de este elemento en el suelo (CIAAB, 1971; Santiñaque, 1984) y según Labandera (1998), las leguminosas sembradas en el Uruguay presentan una capacidad de fijación de aproximadamente 30kg de nitrógeno/tonelada de materia seca producida.

Esto es muy importante en la economía de los establecimientos, especialmente cuando las pasturas implantadas, mezclas de gramíneas y leguminosas, están asociadas en rotación con cultivos agrícolas. La información experimental al respecto, indica altos rendimientos en grano, y poca o ninguna respuesta a la fertilización con nitrógeno del trigo sembrado después de una pastura con leguminosas (CIAAB, 1971).

Baethgen et al. (1980), mencionan que si bien el efecto de las pasturas sobre los rendimientos de los cultivos posteriores se debe fundamentalmente a su residualidad de nitrógeno, sus beneficios sobre las propiedades físicas del suelo juegan un papel prioritario en la determinación de altos rendimientos.

Los efectos de las praderas sobre las propiedades físicas de los suelos y sus roles como mejoradoras de la productividad potencial de éstos, depende de: la composición botánica; productividad o grado de desarrollo de las plantas; manejo y años de permanencia (Marchesi, 1970; citado por Rovira y Uriarte, 1979).

El efecto de una pastura sobre la condición física del suelo es debido a la combinación de fuerzas físicas asociadas al crecimiento de las raíces, a la actividad de los animales del suelo, y a modificaciones de las fuerzas existentes entre particulas ocasionadas por los compuestos orgánicos integrados al suelo (Greenland, 1971; citado por Rovira y Uriarte, 1979). Russell (1971), citado por Rovira y Uriarte (1979), menciona que las raíces de las plantas tienen dos efectos sobre la estructura: 1) al crecer a través del suelo hacen canales y algunos ápices radiculares ejercer suficiente presión y empujan las partículas de suelo, cambiando la distribución del espacio poroso en el ambiente en el cual se mueven; 2) cuando las raíces mueren, las bacterias que descomponen las raíces y viven en la superficie de las mismas, producen sustancias cementantes que difunden en las paredes del canal formado por las raíces en el suelo.

Marchesi (1970), citado por Rovira y Uriarte (1979), afirma que el efecto de las gramíneas sobre la estructura del suelo es superior al de las leguminosas debido, en parte, a la mayor abundancia de raíces y a la mayor ramificación de las mismas.

Existe también un efecto importante sobre los rendimientos de los cultivos que siguen a praderas a través de una mejora de la estructura del suelo. En la Figura Nº1 se muestra el efecto de las praderas sobre la estructura, medida a través de la densidad aparente de los suelos. A menor densidad el suelo presenta mejor estructura. (CIAAB, 1971).

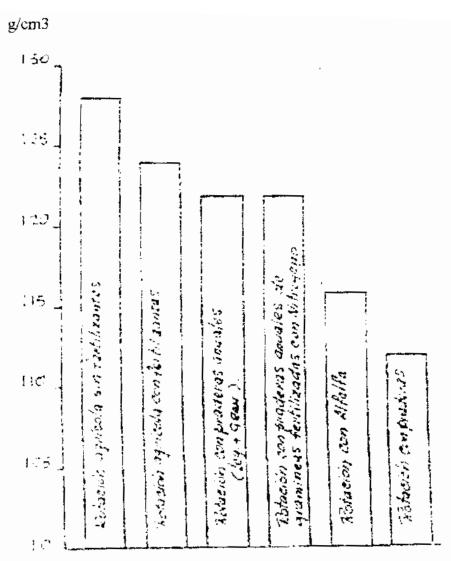


Figura Nº1 Efecto de distintos tipos de rotaciones sobre la densidad aparente de los suelos, determinado en La Estanzuela (CIAAB, 1971).

Según Díaz et al. (1980), las propiedades físicas mejoran con la duración de las pasturas. Se observó que, aún en los casos en que las diferencias no fueron estadisticamente significativas, la tendencia fue mejorar con la duración de las pasturas. Los mismos autores indicaron que la inclusión de pasturas redujo las pérdidas por erosión en relación directa a su duración. El efecto de las pasturas en la disminución de la erosión sería a través de: a) mejor estado de la estructura que hace resistir más los golpes de lluvia, y mejora la infiltración en superficie, b) cobertura del suelo impidiendo que las gotas de lluvia lo golpeen directamente, c) retardo del escurrimiento al resultar las plantas barreras al mismo y d) eliminación del laboreo durante el período bajo pasturas permanentes. Los tres últimos efectos desaparecen al ararse el suelo.

La estabilidad estructural de un suelo con alto contenido de materia orgánica fue mayor que la de un suelo con bajo contenido de materia orgánica, lo cual demuestra la importancia de

adoptar sistemas de manejo que conserven la materia orgánica del suelo (Richardson, 1976; citado por Rovira y Uriarte, 1979).

2.2 INTENSIDAD DE LABOREO Y CONCEPTO DE MANEJO CONSERVACIONISTA.

2.2.1 Conceptos sobre laboreo convencional, laboreo reducido, siembra directa y laboreo conservacionista.

Las propiedades de un suelo son afectadas diferencialmente ante intensidades de laboreo contrastantes. Dentro de las propiedades químicas, las más afectadas son la dinámica de la materia orgánica (MO), del nitrógeno (N) y del fósforo (P); mientras que de las propiedades físicas, las más afectadas son la densidad aparente (D.A.), la resistencia a la penetración, la dinámica del agua y el comportamiento térmico (Bascans y Guerra, 1992; Baethgen, 1992; Ernst y Siri, 1997; Rizzardi, 1995; Terra, 1997).

Los sistemas de siembra directa de larga duración resultan en un perfil del suelo indisturbado con residuos de cosecha en la superficie mientras que, en el laboreo convencional el suelo se mezcla con fertilizantes y restos de plantas para crear un estado de fertilidad relativamente homogéneo hasta la profundidad de laboreo. El grado de mezcla resultará en diferencias entre el laboreo convencional y la siembra directa (Rizzardi, 1995).

Las diferencias entre Laboreo Convencional (LC) y Siembra Directa (SD) dependen de la cantidad y calidad de rastrojo dejado en superficie (relación C/N) (Varvel, 1994, Hargrove et al., 1982, citados por Ernst y Siri, 1997), la producción anual de biomasa (Wood et al., 1991, citados por Ernst y Siri, 1997), el tipo de suelo y las condiciones climáticas (Lal, 1988, citado por Ernst y Siri, 1997).

También se ve afectada la actividad biológica que se desarrolla en el suelo, pero considerando los objetivos del experimento, ésta no es objeto de análisis en esta revisión bibliográfica.

2.2.2 Propiedades Químicas.

Una de las principales características del sistema de siembra directa comparado al laboreo convencional es la redistribución de nutrientes extraibles y el pH del suelo en profundidad y una acumulación superficial de materia orgánica y el nitrógeno total del suelo (Rizzardi, 1995).

La eliminación del laboreo y el dejar los restos de cosecha en superficie lleva a un aumento en el contenido de materia orgánica, de nitrógeno total y de fósforo asimilable, fenómeno que no se da tan marcadamente si se queman los rastrojos o si se hace laboreo reducido. Por lo tanto, se produce una acentuada estratificación de estos componentes en los primeros centímetros del suelo (Marchesi et al., 1997). Sumado a lo anterior, cambios en el pH y potencial de oxidación afectan la dinámica y disponibilidad de fósforo y nitrógeno aplicados en superficie, y la eficiencia de uso de los fertilizantes (Bordoli, 1997).

Ernst y Siri (1997), trabajando con seis cultivos graníferos en siembra directa encontraron mejoras en el contenido de materia orgánica del suelo (24cm del perfil) respecto a los mismos cultivos realizados con laboreo convencional.

Comparando los resultados obtenidos por Parra (1986) en el Norte de Paraná y Sá (1991) en el Sur de Paraná, citados por Garibaldi et al. (1995), se constató un aumento de 27% de la materia orgánica en siembra directa comparada con laboreo convencional en el Norte de Paraná, mientras que en el Sur fue de 9%. En el Sur la estabilidad de la materia orgánica y los altos tenores de la misma son mayores, ya que las temperaturas medias anuales son más bajas.

Marchesi et al. (1997), determinaron con respecto a la materia orgánica, que la diferencia entre la siembra directa con residuos y los manejos sin residuos y laboreo reducido, asciende a un 16.66% en los 2 cm superiores (7 vs 6 % MO); mientras que a mayor profundidad la diferencia se va reduciendo y desaparece a los 15 cm. Los nitratos, por ser altamente solubles y por lo tanto móviles, no se acumulan en superficie. En contraste con esto, la estratificación del fósforo es realmente significativa, lográndose en los primeros 5 cm del suelo valores de hasta 100 ppm, cuando el suelo original oscilaba en torno a 20 ppm.

Behrens y Coubrough (1994), mencionan la importancia de diferenciar nitrógeno total, nitrógeno orgánico y nitrógeno mineral en forma de nitratos (N-NO3) con respecto a la distribución del nitrógeno en los distintos sistemas de laboreo. Con relación al nitrógeno total y orgánico, se demostró que la presencia de ambos es más alta en los primeros 5cm bajo siembra directa que bajo laboreo convencional, en cambio a más profundidad (5 a 15cm) el laboreo convencional tuvo significativamente más nitrógeno mineral.

Son varios los motivos de éste comportamiento. Según Baethgen (1992), y Behrens y Coubrough, (1994) citando a diferentes autores, es debida a la incorporación de los residuos al suelo y a su mezcla con las capas profundas, así como también a una mayor tasa de descomposición de la materia orgánica en los tratamientos de laboreo convencional, siendo estimulada por la mayor aireación de la superficie del suelo inmediatamente después del laboreo; por otro lado, Blevins et al. (1983), citados por Behrens y Coubrough, (1994), consideran que la baja mineralización de la materia orgánica en siembra directa es debida a la mayor acidez del suelo.

Lamb et al. (1985), citados por Bascans y Guerra (1992), encontraron una mayor acumulación de nitratos en los suelos arados durante los primeros años de tratamientos pero las diferencias se fueron estrechando con el tiempo. Ellos señalan que la siembra directa se mueve hacia un nuevo estado estable y permite alcanzar los niveles de nitratos del suelo laboreado; similares resultados obtuvieron Rice et. al (1986). A su vez Thomas (1995), menciona que después de cuatro años, solo hubo ligeramente más nitrógeno con siembra directa que con laboreo convencional.

Haines y Uren (1990), citados por Behrens y Coubrough (1994), en un trabajo de 7 años de siembra continua con trigo, determinaron que en los primeros 2,5cm del suelo, la biomasa de carbono, de nitrógeno, y la mineralización de la materia orgánica, fueron 35, 30 y 62% más altas respectivamente en siembra directa que en laboreo convencional.

Según Martino (1997), en condiciones de siembra directa, la mineralización de la materia orgánica del suelo es reducida, y la inmovilización de nitrógeno en la biomasa microbiana es incrementada. Es por ello que la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos es generalmente menor que en situaciones de laboreo convencional, particularmente durante los primeros años luego de iniciar un programa de siembra directa.

Rizzardi (1995), menciona que las recomendaciones técnicas para el cultivo de maíz en el Estado de Río Grande del Sur (Brasil) aconsejan la aplicación, en cultivos en que se está iniciando la siembra directa, de 20 a 30% más nitrógeno que en la siembra convencional.

Martino (1995), indica que la disponibilidad de nitrógeno bajo siembra directa permanente aumenta en el tiempo debido al incremento en el contenido de materia orgánica y en la actividad microbiana, y después de un cierto número de años llega a ser superior a la registrada en suelos laboreados, con lo cual con el pasar de los años, la necesidad de aplicación de nitrógeno en siembra directa disminuye, volviéndose equivalente o menor que la requerida en laboreo convencional. El tiempo necesario para alcanzar esta equivalencia es dependiente de los sistemas de cultivo utilizados. Este tiempo de equivalencia ocurre, según Sá (1993), citado por Rizzardi (1995) a partir de 6 a 7 años bajo el sistema de siembra directa.

Los suelos bajo siembra directa presentan diferente distribución vertical de nutrientes inmóviles (P y K), materia orgánica, actividad microbiana, y raíces de los cultivos. También, la descomposición de residuos orgánicos en la superficie y subsecuente lavado de los resultantes ácidos orgánicos junto con la nitrificación de fertilizantes amoniacales aplicados en superficie puede producir una capa ácida (1 a 5cm de espesor) en la superficie de suelos minerales luego de varios años de manejo bajo siembra directa (Shear y Moschler, 1969; Randall et al., 1985; Eckert, 1985, 1991; Grove, 1986; citados por Bordoli, 1997).

La acidificación es también una consecuencia de la fijación simbiótica de nitrógeno por bacterias asociadas a leguminosas, aunque en este caso la acidez se distribuiría más homogéneamente en el perfil del suelo (Martino, 1997).

Según Bordoli (1997), la dinámica y disponibilidad de fósforo y nitrógeno aplicados en superficie, y la eficiencia de uso de los fertilizantes se ven afectadas por los cambios en el contenido y distribución de la materia orgánica, pH y potencial de oxidación.

En el sistema de siembra directa en comparación al laboreo convencional, el fósforo permanece en la superficie debido a la falta de mezcla, lo cual resulta en una acumulación (estratificación) superficial, especialmente cuando la aplicación ha sido en cobertura (Rizzardi, 1995), y así con los años está menos disponible para las plantas. Esta puede ser también la razón para la mayor concentración del fósforo total en las capas profundas en laboreo convencional (White, 1990 y Cornish, 1987; citados por Behrens y Coubrough, 1994).

Por el lado del laboreo convencional, el efecto de la remoción del suelo proporciona mayor superficie de contacto entre los iones de fosfatos y los coloides, direccionando el fósforo en el sentido de la adsorción por éstos, reduciendo su disponibilidad, debido a la acción de los mecanismos que causan su retención; a pesar de ello el contenido de fósforo en profundidad es mayor en laboreo convencional que en siembra directa (Olaya y Logan, 1980; White, 1990; Cannell y Finney, 1973; citados por Sá, 1995).

Así mismo, las alteraciones en el arreglo de las partículas y la mayor amplitud en la variación del contenido de humedad del suelo afectan el mecanismo de difusión. Por otro lado, en siembra directa, la ausencia de la remoción del suelo y la permanencia de los residuos de cultivos en la superficie y en el perfil del suelo (parte aérea y raíces, respectivamente) posibilitan, además de la reducción de los efectos citados anteriormente, la redistribución del fósforo en formas orgánicas más estables y menos susceptibles a las pérdidas por adsorción (Sá, 1995; Rizzardi, 1995; Behrens y Coubrough, 1994).

Hansen y Zeljkovich (1982), determinaron que, el contenido de fósforo asimilable mostró diferencias de disponibilidad con respecto a la profundidad del suelo. En la primer capa de 0-5cm, los tenores de fósforo soluble en las parcelas de siembra directa fueron un 43% superiores al sistema convencional.

La investigación ha demostrado que las plantas en simbra directa tienden a tener mayor densidad radicular en la capa superficial lo cual aparentemente compensaría la menor disponibilidad de nutrientes a mayor profundidad (Bordoli, 1997).

Sin embargo, si la superficie del suelo se seca las raíces se vuelven inactivas, los nutrientes reducen su disponibilidad y la absorción por los cultivos se verá reducida, especialmente si las capas más profundas del suelo poseen baja disponibilidad de nutrientes. Esta situación fue observada por varios autores, sugiriendo que la estratificación de nutrientes inmóviles puede ser un problema significativo en zonas más secas (particularmente para potasio) (Bordoli, 1997).

2.2.3 Propiedades Físicas.

La compactación del suelo es el resultado de la reorientación de partículas, causadas por el viento, agua y tráfico de equipo mecánico y animales. Dicho proceso generalmente reduce el espacio poroso, responsable de la aireación, reduce la infiltración y permeabilidad del suelo, y aumenta la densidad aparente (DA) y la resistencia mecánica al desarrollo y extensión radicular (Pla,1981, citado por Garibaldi et al. 1995). Voorhees (1979), citado por Bico et al. (1989), determinó que la compactación del suelo puede reducir o eliminar el crecimiento de las raíces en un 60% en los 30 cm del suelo.

El estado de compactación de un suelo determina su traficabilidad, su susceptibilidad a la erosión, y la aptitud para el crecimiento vegetal (Schafer et al. 1992; citados por Martino, 1997). Un suelo con alto grado de compactación puede permitir el tráfico de maquinaria en un amplio rango de contenidos de humedad, pero impone importantes limitaciones al desarrollo vegetal. En el otro extremo, los suelos con bajo grado de consolidación, pueden poseer problemas de traficabilidad y riesgo de erosión, no presentando en general mayores restricciones para el desarrollo de las plantas. Los suelos laboreados entran en esta última categoría, aunque el exceso de laboreo puede conducir a situaciones en las que también se observan impedimentos

físicos para el desarrollo vegetal. Los suelos bajo SD permiten mayor traficabilidad que los suelos laboreados, a costo de una mayor frecuencia de problemas físicos (Martino, 1997).

Las restricciones físicas para el crecimiento de raices debido a la excesiva compactación del suelo constituyen en muchos casos un impedimento para el buen desarrollo de cultivos con siembra directa. Dichas restricciones comprenden: a) resistencia mecánica del suelo al desarrollo de raices, la que impide acceder a agua y nutrientes, en particular fósforo y potasio; b) deficiencia de suministro de oxígeno a las raíces, especialmente de cultivos de invierno, debido a los excesos de agua frecuentes durante buena parte del desarrollo vegetativo; y c) menor temperatura del suelo y del aire adyacente a la superficie del suelo que en situaciones de laboreo convencional, debido a la presencia de residuos vegetales que alteran el microclima (Martino, 1994a).

El crecimiento de plantas en un suelo puede ser afectado por sus propiedades físicas que a su vez pueden alterarse por el manejo del suelo e intensidad de laboreo. Las propiedades físicas que afectan directamente el crecimiento de un cultivo son: contenido de agua del suelo, disponibilidad de oxígeno, temperatura y resistencia mecánica. Otras propiedades que afectan indirectamente el desarrollo vegetal son: densidad aparente, estabilidad de agregados, textura, conductividad hidráulica, densidad de partícula, etc (Martino, 1997).

La densidad aparente y la distribución de tamaños de poros son parámetros que afectan en forma indirecta el crecimiento de las plantas, y lo hacen directamente sobre la relación entre el agua, la aireación y la resistencia mecánica (Letey, 1985; citado por Maddalena, 1994).

La relación entre agua y aire es opuesta a la relación del agua con la resistencia mecánica. Incrementos en el contenido de agua producen un descenso de la aireación del suelo lo cual es indeseable, pero disminuye la resistencia mecánica a la penetración, que es deseable. Este efecto ofrecido por el agua sobre estos dos parámetros se intensifica aún más con el incremento de la densidad aparente y/o la presencia de poros de tamaños pequeños (Letey, 1985; citado por Maddalena, 1994). La densidad del suelo y la porosidad están inversamente relacionadas, por lo tanto, cualquier práctica que afecte a una afectará también a la otra (Behrens y Coubrough, 1994).

Bico et al. (1989), menciona que la densidad aparente del suelo es la relación entre la masa (secada al horno) de las partículas del suelo y el volumen total incluyendo el espacio poroso que ocupan. Mc. Kyes et al. (1979), citado por Bico et al. 1989, indican que la DA óptima para el óptimo rendimiento fue de 1,02 gr/cm3, para una estación seca y de 0,9 gr/cm3 en una estación húmeda.

La resistencia del suelo y el impedimento mecánico a la penetración radicular son usualmente medidos con penetrómetro de cono. Una limitante en el uso de estos instrumentos es que toman medidas puntuales para caracterizarlos, sin considerar que la resistencia del suelo es una característica dinámica que depende de las propiedades físicas y químicas del suelo, contenido de agua y la historia referida a la compactación (Carter y Tabernette, 1968; Carter y Colwick, 1971; Campbel et al. 1974; citados por Behrens y Coubrough, 1994).

Las medidas de resistencia permiten cuantificar la persistencia de las características de la estructura del suelo y el potencial que tienen las raíces a determinada profundidad de extenderse y desarrollarse (Carter, 1988; Gibbs et al., 1988; citados por Maddalena, 1994); así como también la característica de piso para el pastoreo directo (Terra com. pers.).

El aumento de la resistencia mecánica se da por el aumento de la densidad aparente, la cual señala un mayor grado de compactación a medida que sus valores se incrementan. El aumento de la densidad del suelo produce disminución en la porosidad total de éste, lo que reduce los espacios vacios y se produce un mayor acercamiento entre las partículas sólidas del suelo. Ello ocasiona un aumento en la cohesión entre partículas y en el ángulo de fricción interna, que son dos propiedades directamente relacionadas con la resistencia mecánica (Maddalena, 1994).

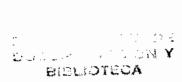
Ernst (1996), menciona que el efecto de la dureza del suelo sobre el crecimiento vegetal tiene una alta dependencia del nivel de humedad y disponibilidad de nutrientes. En términos generales cuando estos no son limitantes no son de esperar efectos negativos importantes si el resto de las variables de manejo están ajustadas. La respuesta vegetal a niveles críticos de compactación está asociada a reducción de macollaje y menor producción de materia seca durante la fase de definición de estas estructuras.

La materia orgánica tiene una densidad (0.6 a 1.0g/cm3) menor que la de los minerales (2.6 a 2.75g/cm3). En consecuencia, en el estrato superficial de los suelos se encuentran valores tan bajos como 2,4 g/cm3 (Baver et al 1973; Kielh, 1985; citados por Maddalena, 1994). A medida que aumenta la profundidad, aumenta la densidad aparente por la disminución de la materia orgánica, la menor agregación y penetración de raíces, y también por la compactación de la maquinaria y el peso de las capas superiores del suelo (Cassel, 1982; citado por Maddalena, 1994).

Para cada clase de suelo, manejadas tanto con siembra directa como con laboreo convencional, existe una profundidad donde se obtiene mayores valores de densidad aparente. A la profundidad de mayor densidad, el valor de la proporción de la fase sólida también es mayor, verificándose a esta profundidad la ocurrencia de suelo compactado y por lo tanto mayor resistencia a la penetración (Rizzardi, 1995).

Maddalena (1994), haciendo referencia a los valores de resistencia mecánica concluyó que para los tratamientos con siembra directa, con suelo seco, en casi todo el perfil del suelo los valores estaban por encima de los niveles críticos para el crecimiento radicular (éstos son: 1.5-2Mpa); mientras que con suelo húmedo, los valores de resistencia mecánica permitirían un crecimiento de raíces hasta 15cm. de profundidad.

La presencia de la capa compactada fue observada a menor profundidad con siembra directa frente a laboreo convencional: entre 10 y 20cm para siembra directa y mínimo laboreo, y entre 20 y 30cm para laboreo convencional. Para el laboreo convencional, la variación en profundidad a la cual se apreció la capa compactada fue consecuencia del tipo de labranza realizada anteriormente, así como el laboreo utilizado actualmente (Rizzardi, 1995).



Tendencias similares fueron obtenidas por Blevins et. al (1979) y Shear y Moschler (1969) (en 10 años de experimentación), Pidgeon y Soane (1977), Chant et. al. (1987), Culley et. al. (1987), Tollner et. al. (1984), citados por Behrens y Coubrough (1994); Radcliffe et. al. (1988), Molison, Hill y Cruse (1985) (en 7 años de experimentación), citados por Maddalena (1994); y Bascans y Guerra (1992); para siembra directa y minimo laboreo la mayor densidad ocurrió en la profundidad de 5 a 20cm y para laboreo convencional entre 8 y 30cm, dependiendo del experimento.

Considerando los dos primeros años, 1995 y 1996, del ensayo que compara intensidad de laboreo de suelos, de la presente tesis, los valores de resistencia a la penetración correspondientes a siembra directa y laboreo reducido son mayores a aquellos de laboreo intensivo en los primeros 10cm. Esto quiere decir más piso para el ganado en pastoreo y probablemente menor daño de plantas y menor deterioro de la superficie del terreno por pisoteo animal. Entre los 10 y 20cm de profundidad, la resistencia a la penetración fue mayor con laboreo intensivo, debido a la presión ejercida por los implementos de laboreo a dicha profundidad (Terra et al., 1997).

La respuesta de un suelo en la densidad aparente en siembra directa depende de varios factores como la textura del suelo, el clima y los años en que el sistema de laboreo ha sido aplicado. Blevins et al. (1979) y Shear y Moschler (1969), citados por Behrens y Coubrough (1994), trabajando en climas templados y húmedos y con suelos de texturas medias, concluyeron que la densidad aparente en los primeros 15cm del suelo bajo cero laboreo aumentó en los primeros 5 años con respecto a las parcelas bajo laboreo convencional, para desaparecer estas diferencias al cabo de 10 años. Por debajo de 15cm de profundidad no se encontraron diferencias.

Este aumento transitorio de la densidad aparente es debido al pasaje continuo de maquinaria y a la consolidación natural del suelo, lo que luego es revertido por el aumento de la materia orgánica y por un aumento de la porosidad (Behrens y Coubrough, 1994).

Los resultados obtenidos por Pidgeon y Soane (1977), sugieren que el horizonte de 0 a 21cm llega a una densidad de equilibrio después de 2 o 3 años de cero laboreo, mientras que, debajo de esta profundidad, el equilibrio se alcanza en la primer estación y que ningún cambio ocurre bajo cero laboreo después de los primeros 3 años en cualquier profundidad.

El laboreo reducirá la densidad temporariamente, pero los suelos con la materia orgánica incrementada pueden soportar la compactación por el tránsito de maquinaria (Rizzardi, 1995).

Los niveles de rendimiento varían de año en año y de lugar en lugar, pero es razonable concluir que los suelos compactados rindan en promedio de 10-20% menos que aquellos suelos donde no se presenta dicho problema (Schuler et al., 1992).

2.2.4 Efecto de los rastrojos en superficie,

2.2.4.1 Introducción.

La mayoría de los cambios en las propiedades químicas, físicas y biológicas, que ocurren en los nuevos sistemas de laboreo reducido y siembra directa, en relación a laboreo convencional, tienen su origen en la presencia de importantes cantidades de residuos sobre la superficie del suelo (García Préchac, 1997).

Los residuos presentes sobre la superficie del suelo en sistemas de siembra directa modifican la dinámica de agua y nutrientes; alteran el balance de radiación; son sustrato para el desarrollo de patógenos; al descomponerse liberan sustancias tóxicas para las plantas, inmovilizan nutrientes y consumen oxígeno; afectan la dinámica poblacional de malezas; y dificultan la operación de las sembradoras (Martino, 1997).

La intercepción de las gotas de lluvia y la disipación de su energía cinética por la cobertura del suelo con residuos, junto con la reducción del escurrimiento superficial, conforman los efectos más importantes del no laboreo y el laboreo reducido en términos de conservación de suelo (García Préchac, 1997).

Es aceptado que todo sistema de laboreo que deje un 30% o más de la superficie cubierta por residuos a la siembra, genera una muy importante reducción de erosión y se lo considera un sistema de laboreo conservacionista (Allmaras et al., 1991; ASAE, 1989; citados por Garcia Préchac, 1997).

2.2.4.2 Efectos sobre el balance de radiación.

La capa de residuos en superficie existente en el sistema de laboreo actúa como aislante térmico (Gupta et al., 1981; citados por Martino, 1997).

Numerosas evidencias muestran que los suelos con coberturas de residuos vegetales son más fríos que los suelos laboreados El efecto de la cubierta de residuos sobre la temperatura del suelo depende del contenido de humedad de éste. Cuando esto es alto, una alta proporción de la radiación incidente es utilizada para evaporar agua, y no para calentar el suelo (Martino, 1997).

Durante el día, la parte de la radiación neta determinada por el balance de radiación térmica es irrelevante en relación al balance entre la radiación solar y el albedo. Pero durante la noche, el intercambio de calor entre el suelo y la atmósfera bajo la forma de radiación térmica cobra importancia, recibiendo el aire calor del suelo. Aquí, nuevamente, los residuos juegan un rol determinante, reduciendo la radiación térmica que se pierde del suelo al aire. Por esta azón, a pesar que el suelo bajo residuos recibe menos calor durante el día, pierde menos calor durante la noche y mantiene mayor temperatura. Pero el aire en contacto con el suelo cubierto de residuos recibe menos calor de aquel. Esto explica una observación común, que las heladas son más intensas en suelos con siembra directa (García Préchac, 1997).

La cobertura por residuos en los sistemas con laboreo y siembra directa afecta el intercambio de masa y energía entre el suelo y la atmósfera, determinando que los suelos cubiertos por residuos se encuentren térmicamente más aislados que los descubiertos. Esto hace que ganen y pierdan menos energía durante los ciclos diurnos y nocturnos, alcanzando temperaturas máximas menores y mínimas mayores que los suelos descubiertos. Las diferencias entre suelo cubierto y descubierto son mayores en las máximas que en las mínimas (Garcia Préchac, 1997).

2.2.4.3 Control del ingreso y pérdida de agua desde el suelo.

El control del escurrimiento en situación de laboreo se realiza a través de la generación de rugosidad superficial, lo contrario ocurre cuando el objetivo es reducir las pérdidas por evaporación. Al eliminar el laboreo, el manejo de ambos procesos depende de la presencia del rastrojo en superficie. Este, al reducir la energía de la lluvia reduce el encostramiento y la velocidad del agua, permitiendo el control del proceso de infiltración. El control de la evaporación ocurre como consecuencia del control del calentamiento del suelo (por menor radiación incidente) y la circulación del aire (por disminución de la velocidad del viento) (Ernst, 1997).

Por el lado de las ganancias, García Préchac (1997), menciona que los suelos bajo sistemas de laboreo conservacionista tienen mayor relación infiltración-escurrimiento que los suelos bajo sistemas de laboreos convencionales.

El mayor contenido de agua en el suelo resulta beneficioso en períodos de déficit hídricos pero potencia los problemas asociados a los excesos, incluida la menor temperatura del suelo. Es por esto que en la bibliografía (Allmaras et al., 1991, citados por García Préchac, 1997), se indica que los resultados experimentales señalan que la siembra directa siempre supera en producción al laboreo convencional en suelos bien drenados y con algún riesgo de sequía, mientras que es superada en suelos con problemas de drenaje.

Los efectos de la cobertura del suelo son mayores cuanto mayor es la cantidad de residuos y cuanto más acostados (cubriendo más suelo) se encuentren. Parece por lo tanto obvio que debe lograrse una cobertura suficiente como para tener un bajo riesgo de erosión (el mayor efecto se logra hasta 30% de la cobertura del suelo) y en cultivos de verano para lograr algún efecto de mayor disponibilidad de agua. Sin embargo, más cobertura o más cantidad de residuos que los necesarios a estos fines, pueden generar problemas tanto de mal funcionamiento de las sembradoras como de pudrición de semillas, retraso de emergencia, enlentecimiento del desarrollo inicial de las plántulas, etc. (García Préchac, 1997).

Los rastrojos de cultivos como sorgo y maíz, si son picados y desparramados sobre el suelo, especialmente en cosechas tardías, pueden imposibilitar la siembra de un cultivo de invierno debido a excesos de humedad (Martino, 1997). En este caso, el suelo permanece más húmedo afectando la dinámica de nutrientes como el nitrógeno y la posibilidad de anaerobiosis. Por el contrario, la siembra de cultivos de verano de segunda, se veria altamente favorecida por la conservación de humedad del suelo, en esta estación donde la deficiencia de agua es altamente probable (Ernst, 1997).

La ocurrencia de déficit de agua en los primeros centímetros del suelo dependerá no solo de las condiciones climáticas, sino también y en gran medida, de la cantidad y tipo de residuos en superficie que afectarán la tasa de evaporación (Bordoli, 1997).

Debe remarcarse que, sin laboreo con rastrojo quemado, las diferencias con el suelo laboreado han sido menores. Tanto en los efectos sobre el régimen térmico del suelo como en el nivel de humedad, la cobertura por rastrojo es la variable determinante de la magnitud de la diferencia entre laborear o no el suelo (Ernst, 1997).

2.2.4.4 Efecto en la Implantación del Cultivo.

La velocidad de implantación de los cultivos es muy sensible a la temperatura del suelo, especialmente en condiciones frías. La implantación de cultivos bajo siembra directa puede verse entonces demorada, particularmente en el caso de cultivos de invierno o de siembras tempranas de cultivos de verano (Martino, 1997). Además, el laboreo y la cobertura del suelo por residuos afectan la tasa y el patrón de desarrollo, la morfología y el tamaño de los sistemas radiculares (Barber, 1971; citado por Bordoli, 1997). Esa prolongación del período de siembra - emergencia es poco deseable, ya que durante el mismo, las plántulas pierden vigor y se exponen por más tiempo a plagas y enfermedades, resultando en cultivos poco densos y de escaso vigor inicial (Martino, 1997).

La temperatura del suelo en el momento de la siembra, el vigor del lote de semillas, la protección con curasemillas y el uso de fertilizantes en el surco de siembra son algunas variables que pueden ser manejadas para el logro de implantaciones rápidas (Martino, 1997).

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA.

2.3,1 Introducción.

Ernst et al. (1997), mencionan que la inclusión de la siembra directa como técnica de siembra o como sistema de manejo del suelo modifica la velocidad o dirección de los procesos de degradación del suelo. Los antecedentes nacionales así como la información internacional registra la mejora en los niveles de fertilidad del suelo (MO), el mantenimiento o mejora de su estabilidad estructural y la descompactación producida por la actividad biológica. Esto permite suponer un impacto diferencial de los "años de agricultura" en situaciones de siembra directa con relación al manejo tradicional.

Es posible concebir la siembra de cultivos en forma directa como una práctica aplicada ocasionalmente en el marco de un sistema de producción. Tal podría ser el caso de cultivos de verano de segunda, que en la actualidad se realizan con laboreo reducido. Sin embargo, de esta forma se estarían desaprovechando muchos de los beneficios de largo plazo que puede ofrecer un sistema en el que el suelo no se invierta nunca (Martino, 1997), por lo cual Ernst et al. (1997) y Banchero (1997) y Wall (1995), concluyen que la siembra directa de cultivos manifiesta sus ventajas cuando se mantiene en el tiempo como sistema de manejo del suelo.

Individualmente un método de siembra conservacionista no puede ser evaluado única y exclusivamente desde el punto de vista de la conservación del suelo y del agua. Su eficacia está también relacionada con el acondicionamiento del suelo para el establecimiento de los cultivos, con el control de las plantas dañinas, plagas y enfermedades, con la necesidad y forma de aplicación de correctivos y fertilizantes, con la demanda de trabajo y energía y finalmente con el costo de producción y productividad de los cultivos (Denardin y Kochhann, 1986).

En siembra directa se elimina la inversión del suelo y las únicas perturbaciones que se realizan son el surco de siembra o cuando se aplican fertilizantes localizados debajo de la superficie del mismo. Esta no perturbación del suelo junto con la acumulación de residuos en superficie producen grandes cambios en la dinámica y distribución de nutrientes al establecerse un sistema de cero laboreo (Bordoli, 1997; Martino, 1997).

2.3.2 Ventajas v Desventajas.

La conservación del agua del suelo es una de las mayores ventajas de la siembra directa en la producción agrícola. La eficiencia en el uso del agua es un factor "llave" para obtener altos rendimientos bajo este manejo. El mantenimiento de residuos en superficie del suelo reduce las pérdidas por evaporación de agua, disminuyen la erosión del suelo enlenteciendo el posible efecto de escurrimiento y produce incrementos en la infiltración del agua (Blevins et al., 1990; citados por Maddalena, 1994).

En SD la tendencia es tener mayor disponibilidad de P debido a los siguientes aspectos: 1) mayor concentración del nutriente en la superficie del suelo y consecuente reducción del área de contacto con los coloides minerales, lo que significa reducción de la fijación; 2) mayor disponibilidad de agua en siembra directa facilitando la difusión; 3) mayores tenores de materia orgánica complejeando elementos responsables por la adsorción del fósforo; 4) mayor actividad microbiana liberando compuestos orgánicos que reducen la competencia por fósforo por los sitios de adsorción. En función de estos factores la eficiencia de fertilización fosfatada es mayor en siembra directa con relación al laboreo convencional (Griffith et al., 1992).

Resultados de Kentucky con fósforo aplicado al voleo mostraron que este método de aplicación funcionaba bastante bien en siembra directa dada la buena humedad abajo del mulch, que permitió al cultivo seguir absorbiendo nutrientes de una banda horizontal de alta concentración de fósforo (Phillips y Young.,1973; citados por Wall, 1995). Posteriormente estos datos se han corroborado en Brasil. La actividad de la macrofauna con respecto al transporte de materia orgánica es también eficiente en mover enmiendas en el perfil, y los niveles aprovechables de fósforo, potasio, calcio y magnesio son mayores en sistemas de siembra directa, debido, principalmente, a los niveles mayores de materia orgánica en el perfil (Sidiras y Pavan,1985; Sá,1993; Bogado et al.,1993; citados por Wall, 1995).

La siembra directa, al permitir la realización de operaciones de campo, particularmente siembras y cosechas, cerca de sus momentos óptimos, posibilitaría la intensificación de la agricultura mediante la realización de un mayor número de cultivos por año. Por otra parte, la rotación con pasturas, al desaparecer los problemas de erosión y degradación de suelos causados

por el laboreo, ya no sería una necesidad tan marcada como en los sistemas convencionales (Martino, 1996a).

Thomas (1995), menciona que, en general hay una tendencia a tener mejores rendimientos bajo siembra directa cuando hay malos rendimientos bajo laboreo convencional. Esta tendencia tiene sentido porque, en años con suficiente agua, no hay una gran ventaja a favor de la siembra directa pero, en años secos, el agua ahorrada en el suelo tiene un efecto muy positivo sobre los rendimientos. Se dice que los rendimientos son más estables bajo siembra directa.

Finalmente, el uso de verdeos anuales, tanto de invierno como de verano, también tendría mayor justificación en esquemas de producción bajo siembra directa, ya que los costos de preparación de suelos disminuyen y no se presentan los problemas de firmeza de piso de pastoreo de los sistemas con laboreo, permitiendo que la materia seca producida sea efectivamente utilizada por el ganado en pastoreo. Estos verdeos pueden ser además muy importantes para el control de malezas y para cortar ciclos de enfermedades e insectos (Martino, 1997).

La compactación del suelo es, tal vez, la inquietud asociada con la siembra directa con mayor frecuencia (Thomas, 1995). Martino, (1996b), indica que la resistencia mecánica para el desarrollo de raíces es importante en cultivos de verano, lo que impide una buena utilización del agua almacenada en capas profundas del suelo, disminuyendo el rango no limitativo de disponibilidad de agua definido por Letey (1985). Mientras que para cultivos de invierno pasa a tener importancia la deficiencia de oxígeno en las primeras etapas de desarrollo, que resulta en una reducida tasa de emergencia y escasa profundización de las raíces (Martino, 1996b).

Sumado a esto, Doran et al. (1984), citados por Maddalena (1994), indican que la gran retención de agua que causa condiciones demasiado húmedas y de pobre drenaje, provoca consecuencias a nivel de manejo, por ejemplo de la fertilización nitrogenada afectando la nitrificación, siendo más dificil el manejo de la fertilización en sistemas de laboreo reducido

En Uruguay, como en otras zonas con suelos pesados, diferenciados texturalmente y con inviernos húmedos, la siembra sin laboreo de cultivos de invierno ha mostrado rendimientos iguales o menores a los logrados con laboreo convencional, con una diferencia media del 20% (Ernst y Siri 1997).

García Préchac (1996), indica que lo que normalmente ha ocurrido es que el uso de siembra directa suele comenzar en suelos que han sido previamente usados con laboreo convencional, por lo que se hereda el deterioro causado por el mismo. Generalmente, con laboreo puede aflojarse la compactación generada por el laboreo previo, especialmente los pisos de arado y discos usando cinceles y subsoladores. Existen evidencias experimentales que muestran que en estos casos los rendimientos obtenidos con siembra directa sin laboreo que rompa la suela de arado, son inferiores a los que se obtiene si la compactación subsuperficial es aliviada (Pérez Gomar y García, 1993; citados por García Préchac, 1996). En suelos sin este problema no se ha detectado inferioridad de la SD cuando los factores de producción manejables (fertilidad y malezas) no son limitantes.

La literatura revisada no se refiere al caso de suelos bajo pastoreo a altas cargas, a veces con exceso de agua en el suelo, como ocurre en nuestros sistemas de producción lechera. La información (Pérez Gomar et al.,1995; Amarante et al.,1996; García et al.,1996; citados por García Préchac, 1996) disponible indica que sin laboreo se tiene más resistencia a la penetración y por lo tanto más piso. Esto haría pensar que la superficie del suelo, en estos casos, sufriría menos ahuellamiento y compactación que si la pastura se hubiera implantado con laboreo. Sin embargo, no tenemos información que nos permite concluir que en estos casos no será necesario, con alguna frecuencia, apelar a alguna labor superficial para aflojar los primeros centímetros y uniformizar la superficie.

El aumento en los requerimientos de fertilización nitrogenada en los primeros años de instalado el sistema bajo siembra directa es resultante de la menor tasa de mineralización de la materia orgánica y de los residuos de otros cultivos, debido a la no remoción del suelo (Rizzardi, 1995).

Las pérdidas por denitrificación son mayores en siembra directa, dado que el número de bacterias denitrificadoras es mayor en éstos tratamientos (Doran et al. 1980; citados por Beherens y Coubrough, 1994). Esta actividad bacteriana está correlacionada positivamente con la humedad del suelo siendo ésta mayor en los tratamientos bajo siembra directa que bajo laboreo convencional (Sarratonio y Scott, 1988; citados por Beherens y Coubrough, 1994).

Muzilli (1983), citado por Rizzardi (1995), observó mayores pérdidas por lixiviación en siembra directa. Esas mayores pérdidas de nitrógeno en profundidad fueron relacionadas al movimiento más intenso descendente del agua, en función del aumento de la macroporosidad en siembra directa frente al laboreo convencional. Sá (1993), citado por Rizzardi (1995), afirma que esa mayor pérdida de nitrógeno puede ser compensada por la liberación lenta y gradual de ese elemento, a lo largo de los años, a través de mineralización de la materia orgánica que parece equilibrar la oferta y la demanda.

Las pérdidas de nitrógeno por el proceso de volatilización quedan limitadas a las condiciones del suelo y del ambiente y tienden a ser menores en siembra directa, principalmente en función de la menor variación de la temperatura en este sistema. Éstas condiciones de menor volatilización condicionarán el manejo de la fertilización nitrogenada en cobertura y también podrán influir en la elección de la fuente de nitrógeno a ser empleada (Rizzardi, 1995).

La volatilización de los fertilizantes nitrogenados en siembra directa puede ser mayor a 30% si no flueve en los 6 días siguientes a la aplicación del mismo y casi nula si flueven al menos 10mm inmediatamente después. La razón que en siembra directa sean mayores las pérdidas de nitrógeno por volatilización es la falta de incorporación del fertilizante (Fox y Hofman, 1981; citados por Behrens y Coubrough, 1994).

Usualmente se han reportado mayores requerimientos de fertilizantes nitrogenados en siembra directa, al menos hasta que el suelo logra un nuevo equilibrio en materia orgánica. Resultados nacionales (Sawchik, 1991, 1992; citados por Bordoli, 1997), muestran mayores respuestas al agregado de nitrógeno al inicio de un sistema de siembra directa.

La siembra consociada de cultivos y pasturas, una técnica muy difundida y que ha permitido una amplia adopción de la rotación de cultivos con pasturas, puede ser de utilidad cuestionada en sistemas de siembra directa. Una de las principales ventajas de la misma es la reducción en el costo de implantación de las pasturas, básicamente en lo que respecta a preparación de suelo. En siembra directa ésta deja de ser una ventaja, y empiezan a pesar los inconvenientes de las siembras asociadas, que se agravan en siembra directa: a) la competencia de la pastura causa una depresión en el rendimiento del cultivo acompañante, y muchas veces dificulta la cosecha y afecta la calidad del grano; b) se restringe el espectro de herbicidas utilizables, lo cual es crítico bajo siembra directa; c) la siembra de semillas finas debe realizarse a una profundidad diferente a la de los cultivos de grano, y ello dificulta la operación de siembra (Martino, 1997).

Otro elemento que puede desestimular el uso de siembras asociadas es el relativo a las especies forrajeras. Si bien no hay mucha experiencia en el país, es posible pensar que la sobrevivencia de las leguminosas perennes puede ser más afectada que en sistemas convencionales, lo que se relacionaría con infestaciones de gramilla. Ciertas leguminosas anuales, sembradas a continuación de un cultivo de grano, ofrecerían la ventaja de fijar cantidades importantes de nitrógeno y producir altos niveles de materia seca en pocos meses, y por ello se adecuarían más a sistemas agrícola-ganaderos sin laboreo (Martino, 1997).

2.4 PRODUCTIVIDAD DE PASTURAS.

2.4.1 Introducción.

La fertilización de pasturas tiene efecto sobre la producción de forraje y sobre la fertilidad del suelo. La fertilización con fósforo produce un aumento del número y producción de forraje de las leguminosas. Éstas por su capacidad de fijar nitrógeno, aumentan el contenido de este elemento en el suelo (CIAAB, 1971).

La capacidad de fijación de nitrógeno varía según la leguminosa que se trate, siendo el trébol blanco la que más nitrógeno fija (150kg de N/há./año) y el Lotus corn. el que menos fija (50kg de N/há./año), cuando se compara T blanco, T carretilla, T subterráneo y Lotus corn. (ClAAB, 1971).

Existen varias alternativas para aumentar la producción de forraje, como ser: praderas convencionales, verdeos, siembras en cobertura o con zapatas y la fertilización del campo natural (CIAAB, 1971).

En general las praderas convencionales son más recomendables para las explotaciones agricolas donde su uso en rotación con cultivos permite introducir la cria o el engorde de ganado en la explotación, conservar los suelos y aumentar su fertilidad, y al mismo tiempo mantener o aún aumentar la cosecha de granos (CIAAB, 1971).

Por las características de los suelos, en algunas zonas ganaderas no es posible implantar praderas convencionales en superficies suficientemente extensas como para provocar un aumento importante en la productividad del predio en conjunto. Las siembras en coberturas y el uso de zapata resultan, en estos casos, inversiones seguras, ya que en el peor de los casos, el productor queda con un campo natural fertilizado de mayor calidad con respecto al campo natural antecesor (CIAAB, 1971).

Existe también la alternativa de sembrar gramíneas puras, anuales o perennes y fertilizar con nitrógeno y fósforo. Esta práctica puede ser recomendable en algunas explotaciones, donde es necesario producir abundante forraje en corto tiempo, sin problemas de manejo y pastoreo (CIAAB, 1971).

El empleo de gramíneas puras (verdeos) fertilizadas con fósforo y nitrógeno, no debe ser sustitutivo de las praderas mezclas (praderas convencionales). Pueden ser sí complementarias, pudiéndose usar en explotaciones intensivas para suministrar pastoreo en los períodos críticos de invierno y verano. El sobrepastoreo de las praderas permanentes de gramíneas y leguminosas en estos períodos, compromete seriamente su producción en la estación siguiente y puede provocar en casos extremos la desaparición de las especies sembradas (CIAAB, 1971).

Carámbula et al. (1981), citados por Bascans y Guerra (1992), obtuvieron del análisis de una serie de experimentos ubicados en suelos del litoral y sur del país datos que caracterizan la evolución promedio de la producción de forraje (materia seca/há.) durante cuatro años. Esta evolución se caracteriza por presentar un pico de máxima producción al segundo año

comenzando luego un período de declinación del rendimiento que se asocia a una mayor variabilidad de la producción. Estos autores encontraron una estrecha relación entre el descenso de la producción anual a partir del segundo año con la reducción paulatina del componente leguminosa, particularmente Trifolium repens. Los autores señalan que es importante resaltar que los resultados de los experimentos de evaluación bajo cortes coinciden con lo observado en la práctica en condiciones bajo pastoreo. Resulta claro que existe un problema de estabilidad productiva en las praderas, y esto dependería en buena medida de la permanencia del componente leguminosa.

2.4.2 Producción de verdeos.

2.4.2.1 Productividad estacional de verdeos consociados.

Carámbula et al. (1996), en INIA Treinta y Tres, mencionan que en general la producción total invernal de los verdeos asociados presenta en promedio una producción ligeramente superior a la de los verdeos sembrados puros. (Cuadro Nº1).

Cuadro N°1: Producción de forraje otoño-invernal de verdeos puros y asociados a una mezcla forrajera de Trébol rojo, Lotus y Festuca.			
	Puro(kg MS/há)	Asociado(kg MS/há)	
Material			
Avena 1095 a	1161	1248	
Avena RLE115	1023	1504	
Avena Negra	1921	1936	
Raigras E284	510	1022	
Raigrás Matador	680	782	
Mezcla forrajera	****	675	

Fuente: Carámbula et al. (1996).

Si se considera como fecha de inicio de invierno la segunda quincena de mayo, los datos disponibles indican que las avenas ofrecen muy buenas alternativas.

Durante el período invernal la mezcla asociada es capaz de realizar un aporte de forraje interesante siempre que en ella intervenga el trébol rojo. Dicho comportamiento demuestra las destacadas aptitudes de esta especie para ser utilizada en siembras asociadas, debido a su conocido vigor de plántulas, rápido crecimiento inicial y elevado potencial productivo. La presencia del trébol rojo puede resultar además de gran interés por el aporte de elementos minerales que hace como toda leguminosa, los cuales incrementan la calidad del forraje y promueven un mejor balance nutritivo, aspectos muy importantes durante el periodo de verdeo tierno.

Durante la primavera se destaca netamente la producción de raigrás sobre las avenas. En cambio, en las especies de mayor precocidad otoñal como la avena negra, su producción primaveral puede verse fuertemente deprimida como consecuencia del manejo de defoliación durante el período de encañado. (Cuadro N°2).

Cuadro N°2: Producción de forraje primaveral de verdeos puros y asociados a una mezcla forrajera de Trébol rojo. Loto y Festuca.		
	Puro (kg MS/há)	Asociado (kg MS/há)
Material		
Avena 1095 a	1535	5977
Avena RLE115	1873	6530
Avena Negra	843	5855
Raigrás E284	3800	6116
Raigrás Matador	4208	6301
Mezcla forrajera	****	6776

Fuente: Carámbula et al. (1996).

En general, se debe destacar que los verdeos asociados pueden duplicar y hasta triplicar la producción de forraje de los verdeos puros durante el período primaveral. Esto sucede especialmente cuando el raigrás y el trébol rojo forman parte del cultivo y permiten incrementar las ventajas que ofrece esta alternativa en los sistemas intensivos de producción de forraje. Este comportamiento ofrece también la posibilidad de almacenar dicho volumen de forraje en forma de heno o ensilaje para posteriormente ser utilizado en los períodos críticos del año.

De acuerdo con la información disponible los verdeos de invierno asociados presentan rendimientos totales anuales netamente superiores a los verdeos puros llegando más que a duplicar la oferta total. (Cuadro N°3) Estos cultivos asociados no solo aumentan la producción total anual de forraje sino que también afectan la distribución estacional, haciendo el mayor aporte en la primavera, siendo el trébol rojo la especie que realiza la mayor contribución al cultivo. En verano, una vez finalizado el ciclo de vida del verdeo propiamente dicho, el comportamiento de la mezcla forrajera puede ser prácticamente similar al de praderas convencionales

Cuadro Nº3: Producción de forraje anual de verdeos puros y asociados a una mezcla forrajera de trébol rojo, Lotus y Festuca.		
	Puro (kg MS/há)	Asociado (kg MS/há)
Material	Ì	
Avena 1095*	2697	7225
Avena RLE115	2896	8034
Avena Negra	2764	7791
Raigrás E284	4310	7138
Raigrás Matador	4889	7083
Mezcla forrajera	***	7451

Fuente: Carámbula et al. (1996).

Carámbula (1991), menciona que si bien los rendimientos totales anuales y su distribución son variables de acuerdo con los suelos, prácticas culturales y manejos, es posible afirmar que en términos generales presentan un comportamiento similar al que se observa en el Cuadro Nº4.

Cuadro Nº4;	Producción total, di diferen	stribució tes verdec		acional y p	orce	ntual de	
	Producción Total	Otoño		Invierno		Primavera	l
	kg MS	kg MS	%	kg MS	%	Kg MS	%
Avena	4500	1440	32	1980	44	1080	24
Avena y Raigrás	7000	1610	23	2730	39	2660	38
Raigrás	7000	1260	18	2800	40	2940	42

Fuente: Carámbula (1991).

Otoño: marzo, abril y mayo. Invierno: junio, julio y agosto.

Primavera: setiembre, octubre y noviembre.

2.4.2.2 Respuesta a la fertilización nitrogenada.

La respuesta al nitrógeno en gramíneas tiene un efecto positivo tanto en producción de materia seca, como en proteína cruda, afectando la distribución estacional de la pastura y su tasa de crecimiento diaria, todo lo cual puede redundar en una mayor producción animal (Castillo y Queijo, 1984).

De los datos registrados en 13 experimentos realizados bajo diferentes condiciones y especies, Davies y Williams (1958), citados por Carámbula (1977), concluyeron que el promedio de MS producida por kg de nitrógeno utilizado alcanzó a 10kg.

Otros autores han observado respuestas mayores. Silva (1963), citado por Carámbula (1977), halló en Festuca arundinácea una producción de 19.5kg de MS/kg de nitrógeno aplicado; mientras que Cowling y Lockyer (1965), citados por Carámbula (1977), encontraron que el promedio de varias especies estudiadas era de 20-30kg para dosis de alrededor de 180kg de nitrógeno/há y de 14-23 para dosis de 380kg de nitrógeno/há.

2.4.2.3 Factores que inciden en la respuesta.

La respuesta de una pastura a la fertilización nitrogenada depende de varios factores dentro de los que se destacan: la especie, el estado fisiológico de la planta, la dosis y forma de aplicación, la frecuencia de utilización, los factores climáticos y la fertilidad del suelo (Carámbula, 1977).

La magnitud de la respuesta varía con la especie que ha recibido la fertilización. Así por ejemplo, las especies anuales pueden responder mejor que las perennes. Dentro de ambos grupos, el comportamiento puede ser diferente. En varios experimentos la especie que tuvo mayor respuesta fue el raigrás, con un rango entre 20 y 30kg MS/kg N aplicado; mientras que la avena presentó respuestas entre 10 y 13kg (Carámbula,1977; Priore y Uranga, 1983; Allegri et al. 1980)

García (1996), en INIA "La Estanzuela", menciona que la mezcla de avena y raigrás presentó respuestas al agregado de nitrógeno entre 10 y 35kg MS/kg nitrógeno agregado, obteniendo similares resultados que los obtenidos por Castillo y Queijo (1984) en CIAAB "La Estanzuela", mientras que Leguisamo y Urchipía (1992) también en el I.N.I.A "La Estanzuela", pero trabajando con un cultivo de trigo, lograron respuestas de 15.6kg MS/kg de nitrógeno aplicado. (Cuadro N°5)

Cuadro N°5: Produ avena , con y sin Ni			
	kg/há	Kg MS/kg N	
	0	100	
Especie			
Especie Avena E.1095 a	957	2319	13,6
Raigras E.284	2736	4752	20,2

Fuente: Carámbula (1977).

En cuanto al estado fisiológico de la planta, la respuesta al nitrógeno es tanto más espectacular, cuanto más alto es el nivel de hidratos de carbono de la forrajera en cuestión. También parecería que las aplicaciones realizadas tempranas en el otoño, cuando se registra un proceso de macollaje activo y a mediados de invierno, cuando la pastura "se levanta" por el alargamiento de los entrenudos, son más eficientes que en otras épocas del año (Carámbula, 1977).

El tener una baja frecuencia de utilización, es decir, cuanto más largo sea el período que se permita crecer el forraje luego de la aplicación, mayor será el efecto del nitrógeno en incrementar la producción de materia seca y menor será el porcentaje de proteína en la misma. Es decir, cuanto más pronto sea utilizado el forraje, menor será la respuesta en materia seca, pero mayor la cantidad de nitrógeno en la pastura. De esta forma la velocidad de absorción del nitrógeno por parte de las gramíneas es más rápida que la respuesta en crecimiento (Brockman, 1966; Cowling, 1966; Davies, 1969; Colman, 1972; citados por Carámbula, 1977).

Este comportamiento puede ser utilizado de acuerdo con las necesidades del productor y de esta forma cubrir las diferentes exigencias del establecimiento. Así se podrá producir forraje para diferentes fines: a) con alto contenido en proteína destinado a animales en crecimiento o hembras lactando; b) con una relación MS/proteína alta para alimento de animales en engorde; c) grandes volúmenes para hacer heno o ensilaje, sin importar demasiado su calidad (Carámbula, 1977; Willhite et al. 1955, citado por González y Verdera, 1983).

Carámbula (1977), hace referencia que la repuesta al nitrógeno es afectada ampliamente por las dos variables climáticas más importantes: temperatura y humedad. La absorción del nitrógeno está relacionada en forma íntima con la actividad de las plantas, por lo cual, limitaciones impuestas por bajas temperaturas o deficiencias de agua impiden una utilización eficiente del nutriente.

Tanto la deficiencia de agua como el mal drenaje afectan la respuesta al nitrógeno por parte de las gramineas. Una distribución uniforme de lluvia o riegos oportunos son esenciales para alcanzar las máximas ventajas de utilización. En este sentido, el nitrógeno cedido por las

leguminosas se presentaría como más eficiente cuando por condiciones de sequia el aportado por el fertilizante no llega a las raíces (Mulder, 1952; Cowling, 1962; citados por Carámbula, 1977). Por otro lado, con niveles muy altos de humedad se producen pérdidas por lavado y por falta de oxígeno se retarda el crecimiento y la actividad de las raíces, lo cual conduce a desperdicio del nutriente y menor crecimiento (Carámbula, 1977).

Sin embargo, la absorción es menos afectada por la falta de agua que la producción de forraje, por lo que la concentración de nitrógeno es mayor en plantas bajo condiciones comparativamente más secas (Colman, 1972, citado por Carámbula, 1977). Así mismo, Penman (1962), citado por Carámbula (1977), sugiere que plantas fertilizadas con nitrógeno son capaces de realizar un mejor aprovechamiento del agua del suelo.

Teniendo en cuenta los conceptos expresados en los párrafos anteriores, se deduce que la utilización del nitrógeno aportado por las leguminosas es más independiente de las condiciones ambientales que el agregado en forma de fertilizante (Carámbula, 1977).

Tanto las altas como las bajas temperaturas y variaciones entre máximas y mínimas diarias afectan el contenido de nitratos, el cual también se ve afectado por las temperaturas del suelo (Castillo y Queijo, 1984). Deschenes y Pierre (1980), citados por Castillo y Queijo (1984), trabajando con dos tipos de suelos, uno arcilloso y otro arenoso, encontraron que las bajas temperaturas disminuían significativamente el peso seco y la productividad total de la avena.

La respuesta de la pastura a la fertilización nitrogenada varía según la fertilidad del suelo. En suelos con tenores altos de nitratos los efectos positivos de las fertilizaciones con este nutriente son menores a las que se obtienen en suelos pobres, ya que la eficacia de dicho tratamiento depende básicamente de la movilización de nutrientes en los mismos (Carámbula, 1977).

La capacidad del suelo de suministrar nitrógeno así como el tipo de cultivo antecesor también condicionan la respuesta. Así, en trigos sembrados después de pasturas de trébol rojo, se obtuvieron bajas respuestas (5kg MS/kg N), mientras que en chacras viejas, con bajos porcentajes de materia orgánica la respuesta fue alta (12kg MS/kgN) (Martino y García Lamothe, 1986; citados por Leguisamo y Urchipía, 1992).

En los suelos pobres en materia orgánica, la respuesta al fraccionamiento es notoria tanto en producción total como estacional de materia seca (González y Verdera, 1983; Priore y Uranga, 1983).

En suelos ricos en materia orgánica no se registró respuesta al fraccionamiento en la producción total de materia seca, pero mejoró la distribución estacional de la pastura (Kaltofen, 1966; Vera, 1966; citados por Castillo y Queijo, 1984).

Priore y Uranga (1983), encontraron que con el agregado de una dosis única de 120kg de nitrógeno, en un suelo de alta fertilidad prácticamente no hay respuesta, mientras que en un suelo con una fertilidad intermedia hay un incremento en la producción de materia seca (avena y

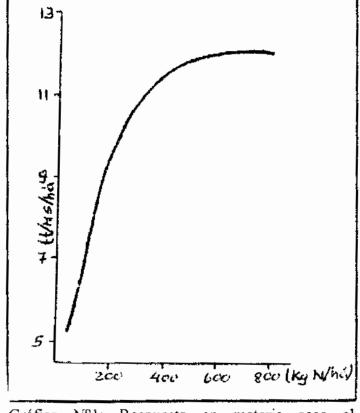
raigrás) de 623kg/há y en un suelo de baja fertilidad, la respuesta es más significativa, de 1126kg MS/há.

Claasen y Rabuffetti (1971), citados por Castillo y Queijo (1984), llegaron a la misma conclusión trabajando con trigo en chacras nuevas y viejas en Paysandú, dado que en la chacra nueva por mineralización los niveles de N-NO3 (ppm) son más altos y por lo tanto con menor respuesta al fertilizante nitrogenado.

2.4.2.4 Efectos sobre la producción de materia seca.

El empleo de fertilizantes nitrogenados surge como una herramienta importante para acelerar el crecimiento de las pasturas y en particular de cultivos anuales, tales como el raigrás, en donde se ha encontrado una muy buena respuesta, 30kg MS/kg de nitrógeno (Castillo y Queijo, 1984; Faggi, 1978; citado por Priore y Uranga, 1983).

Se ha demostrado que mediante la fertilización con este elemento es posible elevar la producción de MS y alcanzar niveles imposibles de lograr con ningún otro manejo (Carámbula, 1977). Las dosis de nitrógeno a aplicar pueden variar con la cantidad de forraje que se desee producir ya que numerosos autores han observado que la respuesta es casi lineal en dosis de hasta 350kg/há del nutriente. (Carámbula, 1977; CIAAB, 1971; González y Verdera, 1983; Priore y Uranga, 1983). (Gráfica Nº1)



Gráfica Nº1: Respuesta en materia seca al agregado de nitrógeno (Carámbula, 1977)

Allegri et al. (1980), trabajando con especies anuales invernales (raigrás, avena y centeno) aplicando dosis de hasta 320kg de nitrógeno/há. encontraron respuesta lineal en la producción de MS, mientras que Castillo y Queijo (1984) trabajando con avena y raigrás con aplicaciones de hasta 240kg de nitrógeno/há también encontraron una respuesta creciente lineal. Leguisamo y Urchipía (1992), trabajando con trigo en el 1.N.I.A "La Estanzuela" aplicando dosis de hasta 120kg de nitrógeno/há lograron respuestas crecientes lineales.

Cowling, 1966; Ramage et al. 1958; Schmidt y Tenpas, 1965; Reid, 1966; citados por Carámbula (1977), también observaron que si bien por cada incremento en la dosis de nitrógeno se produce un aumento en la producción de MS el mismo es porcentualmente menor a medida que la dosis se eleva como resultado de la ley de incrementos decrecientes, hasta que por encima de 500kg/há de nitrógeno, los aumentos alcanzan un nivel máximo y se estabilizan.

2.4.2.5 Efectos sobre la distribución estacional de la materia seca.

Mediante el uso del nitrógeno no solo es posible alcanzar altos rendimientos en MS en determinadas épocas, sino que varios autores han demostrado que mediante la fertilización fraccionada se puede promover una distribución más homogénea de la misma (Castillo y Queijo, 1984), prolongar los períodos de crecimiento o promover un crecimiento más temprano logrando de esta manera pastoreos anticipados (Carámbula, 1977). Sin embargo la respuesta al fraccionamiento se justifica solo cuando se trata de aplicaciones de gran cantidad de fertilizantes (Castillo y Queijo, 1984).

En los cultivos forrajeros anuales cuando las condiciones de crecimiento son favorables (fundamentalmente temperatura y humedad), conviene utilizar altos niveles de nitrógeno ya que estos facilitan una rápida recuperación de la pastura luego de cada pastoreo. Los resultados llevan a sugerir que si se quiere tener mayor rendimiento de la pastura en invierno, será necesario aplicar el fertilizante nitrogenado inmediatamente a la siembra para aprovechar las ventajas que brindan las temperaturas favorables del otoño. Si el objetivo es obtener pastura a principios de primavera se logra un mejor aprovechamiento del nutriente si este es aplicado a fines de invierno y no inmediatamente después del primer pastoreo (Cook y Llovet, 1974; citados por Priore y Uranga, 1983).

Según Carámbula (1977), aparentemente, las dosis únicas y altas de nitrógeno deberían ser aplicadas cuando la pastura será destinada a conservación de forraje, o a pastoreos diferidos (por ejemplo crecimiento de otoño para su utilización en invierno) ya que en estos casos, un amplio periodo de crecimiento favorecerá una utilización más eficiente del nitrógeno. Según Cowling (1962) y Van Burg (1960), citados por González y Verdera (1983), no solo se incrementa la producción de forraje con la fertilización nitrogenada, sino que esta permite un aprovechamiento más temprano de la pastura; Van Burg (1960) encontró que el pastoreo podía ser adelantado en una semana aplicando 120kg de nitrógeno/há. en lugar de 40kg a fines de invierno.

Por el contrario, en cultivos bajo pastoreo el nitrógeno debería ser aportado frecuentemente en dosis bajas (fraccionamiento del nitrógeno) a través de todo el período de crecimiento (Van Burgh, 1960, citado por Carámbula, 1977). Con este manejo se imitaria el

efecto de las leguminosas en una pastura. En praderas bajo pastoreo, la fertilización en dosis altas resulta en una utilización ineficiente del nitrógeno ya que en estos casos las plantas no sólo no están capacitadas para absorber en un lapso corto todo el nutriente aportado, sino que se deberá confiar para los crecimientos sucesivos de las cantidades residuales que permanezcan en el suelo.

De esta manera, parecería más recomendable la aplicación de dosis bajas a medias bien distribuidas, que permitan la producción de MS de gran calidad y en forma continua, mediante una utilización completa del fertilizante (Carámbula, 1977).

No se debe olvidar que la magnitud de la respuesta residual de una fertilización nitrogenada depende del nivel de nitrógeno aplicado y de la fecha de cosecha del forraje (Hunt, 1973, citado por Carámbula, 1977; Kaltofen et al., 1966, citado por González y Verdera, 1983).

2.4.2.6 Eficiencia de Utilización del Nitrógeno aplicado.

Carámbula (1977), menciona que la eficiencia en la aplicación del fertilizante es estimada a través de la cantidad de nitrógeno presente en el forraje cosechado de las parcelas tratadas, menos la de control, expresada como porcentaje de la cantidad de nitrógeno agregado. (Cuadro N°6).

N aplicado (kg/há)	Eficiencia (%)	N aplicado (kg/há)	Eficiencia (%)
50	64	450	62
100	75	500	58
150	78	550	54
200	78	600	51
250	74	650	48
300	73	700	45
350	69	750	42
400	66	800	40

Fuente: Carámbula (1977).

Dicho porcentaje aumenta a medida que se incrementa la dosis de aplicación, sugiriendo que a medida que se aumenta la dosis de nitrógeno se localizan proporciones mayores del nutriente absorbido en la parte aérea. Sin embargo, cuando se sobrepasan los 150-200kg/há los porcentajes de utilización decrecen progresivamente. Es evidente pues, que se pierde nitrógeno del sistema de la pastura, lo cual indicaría un uso ineficiente de un fertilizante caro (Carámbula, 1977).

Es dificil lograr una eficiencia aceptable en la utilización del nitrógeno, debido a la gran dependencia de la respuesta a las condiciones climáticas. Por consiguiente, el fraccionamiento de la dosis a aplicar aparece como una medida necesaria para aumentar su eficiencia (Leguisamo y Urchipia, 1992).

Siempre se deberá buscar la mayor eficiencia en la circulación del nitrógeno tratándose de realizar los pastoreos cuando la relación MS – nitrógeno sea adecuada como para que el porcentaje de nitrógeno de la pastura sea alto y la respuesta en MS al fertilizante aceptable. En otras palabras, se tratará de darle oportunidad a las plantas a hacer un uso eficiente del nutriente mediante la producción de volúmenes apreciables de MS con porcentajes apropiados de proteínas, a la vez que permitir la devolución eficiente del mismo por parte de los animales a través de sistemas de pastoreo adecuados (Carámbula, 1977).

El momento de pastoreo también incide, ya que cuanto más tarde se realiza el mismo, mayor es la eficiencia en el uso del nitrógeno ya que luego del pastoreo se detiene el crecimiento y por ende aumentan las chances de pérdidas. Se registran valores con un mes de diferencia de 1,5; 4,2 y 10,7kg MS/kg de nitrógeno. (Morris y Gardner, 1958; citados por Leguisamo y Urchipía, 1992).

2.4.2.7 Respuesta al Nitrógeno bajo diferentes sistemas de laboreo.

Considerando que la mineralización de nitrógeno orgánico puede verse limitada en suelos no laboreados, si no se incrementan las dosis de fertilizante con respecto al esquema tradicional, la dependencia del nitrógeno del suelo sería muy alta. Sin embargo, ello no necesariamente implica una mayor demanda de nitrógeno como fertilizante, ya que la capacidad de suministro de nitrógeno del suelo puede ser suficiente en muchos casos, a pesar de tratarse de suelos no disturbados (Martino, 1997).

Inicialmente cuando se pasó de laboreo convencional a sistemas de cero laboreo, éste requirió más nitrógeno para producir rendimientos comparables al de laboreo convencional (Martino, 1997; Rizzardi, 1995). Esta diferencia tendió a disminuir con el tiempo (Sá, 1993, citado por Rizzardi, 1995) tal que a los 4 años de iniciado el experimento los 2 sistemas de laboreo produjeron rendimientos de maiz comparables, mediante el similar agregado de fertilizante nitrogenado. El cero laboreo podría haber respondido levemente más al agregado de nitrógeno frente al laboreo convencional.

Debido a que el laboreo conservacionista deja el suelo más frío, más humedo, menos aireado y denso, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la habilidad de la planta para utilizar esos nutrientes son alteradas. Ajustes en el manejo de la fertilización son importantes cuando se adopta laboreo conservacionista (Mengel y Lafayette, 1992).

La investigación nacional ha producido abundante información que valida la práctica de fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en cultivos de invierno con laboreo (García Lamothe, 1994; citado por Martino, 1997). Los principios básicos son los mismos para todos los sistemas, y las razones que determinan la necesidad de fraccionamiento serían más fuertes en el caso de siembra directa (Martino, 1997).

Amarante et al. (1997), en Paso Pache, sobre con Brunosoles éutricos y subéutricos típicos de la Unidad Tala Rodríguez, sembraron avena consociada con trébol rojo (sobre un campo engramillado). Evaluaron la disponibilidad de forraje previo a los pastoreos de ganado lechero en producción. Al revés de lo esperado, esta respuesta fue mayor en siembra

convencional que en siembra directa. En este caso, el tratamiento convencional no solamente se refiere al laboreo utilizado sino también a la forma de realizar la fertilización basal (180kg/há de 18-46-0), aplicada en cobertura e incorporada con disquera, seguida por la siembra, también distribuida la semilla al voleo y tapada con rastra de dientes. En cambio, en siembra directa semilla y fertilizantes se ubicaron en los surcos abiertos por la sembradora.

Probablemente la inesperada respuesta diferencial a nitrógeno entre ambos tratamientos sea en realidad un efecto de la fertilización fosfatada basal localizada (el suelo tenía 4ppm de fósforo por Bray I) y la siembra en el surco en siembra directa en contraste con la forma que se hizo el tratamiento convencional (siembra al voleo). Entre los tratamientos convencional y siembra directa las diferencias promedio no fueron significativas.

Amarante et al. (1997), en un experimento similar en el año 1995, la respuesta al nitrógeno estuvo más cerca de lo esperable siendo algo superiores los rendimientos en el tratamiento convencional en casi todo el rango de dosis agregada, salvo la dosis más alta (120kg de nitrógeno/há) donde los rendimientos no fueron diferentes. El uso anterior de este suelo fue avena con laboreo convencional y sorgo forrajero con siembra directa. El suelo tenía 8ppm de fósforo por Bray I. También se presentan resultados de un tercer sistema de siembra, que consistió en un laboreo superficial con disquera 15 días antes de la aplicación del herbicida (2.5litros de glifosato/há) y luego la siembra con la máquina de siembra directa. Este sistema produjo resultados acumulados hasta el primer pastoreo (105 días postsiembra), superiores a la siembra directa en todas las dosis de nitrógeno, probablemente por el aporte realizado por el raigrás subespontáneo producido por este sistema. En comparación con el convencional este tratamiento no fue significativamente diferente.

Los resultados de la refertilización son consistentes en ambos años e indican que la respuesta fue significativa frente a la no refertilización, sin embargo al pasar de 30 a 60kg de nitrógeno aplicado no generó mayores disponibilidades. Es importante señalar que el nivel de producción del segundo crecimiento no dependió del nivel inicial de fertilización ni del sistema de siembra.

En el Cuadro N°7, se presenta el resumen de rendimiento de forraje producidos en el período invernal (1996) de un predio lechero en su segundo año de transición al sistema de siembra directa estabilizado.

Cuadro N°7: Producción de forraje en el invierno de 1996 de chacras demostrativas de un predio lechero en su 2º año de Siembra Directa.					
Nº de corte	Cultivo	Fecha	MS disponible (kg/há)		
<u> </u>	Avena	15-May	1613		
2	Avena	02-Jul	1370		
3	Avena	04-Sep	1142		
l l	Avena	15-May	1684,5		
2	Avena	15-Jul	2080		
3	Avena	04-Sep	1287,5		
1	Avena	17-Jun	1492		
2	Avena	05-Jul	900		
1	Pradera 2º año	19-Abr	1146		
2	Pradera 2º año	20-May	1312		
1	Pradera 2º año	19-Abr	1070		
2	Pradera 2º año	30-May	957		

Fuente: Amarante et al (1997).

Parece razonable concluir que la siembra directa puede producir rendimientos de verdeos de invierno comparables o algo inferiores al sistema convencional en el período de transición de un sistema al otro, aunque dicha producción puede ser efectivamente utilizada por el ganado en pastoreo por ofrecer un mejor piso. El único año en que se ensayó un laboreo superficial reducido, pensado para mejorar el control de la gramilla, resultó en producción superior a la siembra directa y comparable a la convencional. La fertilización con nitrógeno para la primera utilización parece razonable que sea algo superior en siembra directa, pero para utilizaciones posteriores, en la medida que las poblaciones de plantas sean normales, no es de esperar diferencia en la respuesta a nitrógeno entre verdeos establecidos con diferentes sistemas de laboreo.

En un ensayo realizado por AUSID (1995) (sin autor), comparando tres manejos del suelo, doble laboreo, herbicida + laboreo, y siembra directa (con herbicida), sobre un campo degradado (enmalezamiento, baja fertilidad y degradación física del suelo), obtuvieron en avena en los dos tratamientos con laboreo en promedio un 25% más que la SD en el forraje acumulado antes de cada uno de los tres pastoreos, sumando los tres pastoreos resultó una diferencia total de 1000kg de MS/ha en favor de los manejos que comenzaron con laboreo (SD: 3300; H+Lab: 4400; DL: 3900kg MS/há). En el caso del trigo forrajero el efecto del laboreo en la producción de forraje fue muy importante, lográndose mejorar la oferta obtenida por el tratamiento de SD en un 75%. Los dos laboreos no difirieron entre si en el forraje acumulado (SD: 900; H+Lab: 1600; DL: 1700kg MS/há).

Considerando los componentes del rendimiento, en SD se obtuvo menor número de plantas/m2 y menor número de espigas/m2 (SD: 190; H+Lab: 220; DL: 240 plantas/m2).

Terra et al. (1997), en INIA Treinta y Tres, durante el primer y segundo año del ensayo "Intensidad de laboreo y fertilización nitrogenada en cultivos forrajeros" de la presente Tesis, en

los tratamientos con SD obtuvieron menor producción de MS al primer corte que aquellos que incluían laboreo, y existió, respuesta positiva al agregado de nitrógeno al macollaje al considerar todos los sistemas de siembra conjuntamente. El agregado de nitrógeno a los tratamientos de SD no logró eliminar las diferencias con los tratamientos de laboreo. La MS a la segunda utilización, no presentó diferencias a pesar de continuar insinuada la tendencia a menor producción con SD.

Por otro lado, se constató un efecto residual significativo del nitrógeno aplicado al macollaje sobre la producción del segundo crecimiento en todos los tratamientos. Los verdeos que habían recibido 150 unidades de nitrógeno al macollaje, produjeron en promedio 6592kg MS a la segunda utilización, contra 4477kg de los que no habían recibido urea en el mismo momento. Probablemente, el nitrógeno previo al primer corte promovió el macollaje y el desarrollo de plantas más vigorosas para afrontar el rebrote posterior.

Las dosis de nitrógeno posteriores a la primera utilización, tuvieron un efecto significativo sobre la producción al segundo corte en todos los tratamientos de laboreo, no existiendo interacción con el método de laboreo (LI: 3925, LR: 4172, SD: 3317kg MS/há), ni con la aplicación de nitrógeno al macollaje.

A pesar de que la primer utilización en 1996 se realizó 20 días mas tarde que en 1995, se llegó a niveles comparables de producción los dos años, a pesar de que en 1996 no se aplicó urea al macollaje. Las escasas precipitaciones durante los meses de mayo, junio y julio, unido al buen régimen de temperaturas durante abril y mayo, probablemente determinaron una buena mineralización y disponibilidad de nitrógeno en ese año.

En 1996 se realizó una evaluación de la implantación del cultivo a los 20 días de la siembra, encontrándose que SD estaba en desventaja frente a los otros tratamientos (L1: 230, LR: 227, SD: 183 pl/m2).

Beneficio et al. (1982), Argentina, comparando 3 técnicas de labranza, labranza mínima, labranza cero y labranza convencional, con cultivos de verano sobre rastrojo de trigo (promedio de 9 años) concluyeron que con el uso de la labranza mínima se obtienen poblaciones de plantas y rendimientos similares en comparación a la labranza convencional. Bajo labranza cero, inicialmente obtuvieron menor stand de plantas y menores rendimientos en comparación a la labranza convencional, para posteriormente obtener similares resultados.

Sosa (1982), menciona que es posible obtener rendimientos similares cuando no se prepara el suelo, resultando en un beneficio de ahorro de combustible y de mano de obra, lo que se traduce en una importante disminución en los costos de producción. Si bien es cierto que surgen problemas al eliminar la labranza en algunas condiciones de suelo y clima, éstos pueden ser analizados y, mediante la investigación, encontrar las soluciones que permita a los agricultores emplear el sistema de cero labranza con alto grado de seguridad.

Lattanzi y Marelli (1982), concluyeron que ajustando todos los aspectos relacionados con la implantación del cultivo, el control de malezas y la nutrición, los métodos de labranzas conservacionistas logran rendimientos iguales o superiores a la labranza convencional.

2.4.3 Productividad de praderas.

Bascans y Guerra (1992), evaluando durante cinco años dos praderas de Lotus comiculatus, una en siembra convencional y otra en cobertura, sobre suelos Brunosoles pertenecientes a la Unidad San Manuel (EEMAC), obtuvieron producciones totales acumuladas (mediante cortes) similares a lo largo de los cinco años de evaluación. Estas fueron de 27900 y 27400 kg MS/há respectivamente.

Novella y Castro (1980), estudiaron la respuesta de una pastura de T blanco con Estanzuela Zapicán (10Kg/há.), fertilizada presiembra con tres fuentes diferentes de fósforo: superfosfato común (SF), hiperfosfato (H)(roca fosfórica de Tunez, molida y granulada), y una mezcla de hiperfosfato (86%) y azufre molido (14%) (H+S), en dos suelos (Pradera parda y Planosol, sobre la formación Libertad). Los fertilizantes se aplicaron a tres niveles: 0, 250 y 500kg/há. y las respuestas se evaluaron por cortes, determinándose la producción de materia seca. (Cuadro N°8)

Tratamiento	Pradera parda			Planosol	
	1° año	2° año	3º año	1º año	2º año
Testigo	5810	5997	12716	2844	2604
SF 250	6165	6416	13062	3775	4295
SF 500	7700	7222	13967	3949	5343
H 250	5436	6611	13613	2902	3155
H 500	6024	6848	14106	3317	4280
H+S 250	6582	6701	12820	3684	4358
H+\$ 500	7504	7000	14430	4461	5396

Fuente: Novella y Castro (1980).

La respuesta a la fertilización fosfatada fue importante en los dos suelos estudiados, el incremento en la producción de MS debido a la fertilización de la pradera parda fue cercana a los 9kg de fertilizante en tres años para los fertilizantes más eficientes (SF e H+S) y a los 5kg para el hiperfosfato.

Carámbula (1991), menciona que si bien los rendimientos totales anuales y su distribución son variables de acuerdo con los suelos, prácticas culturales y de manejos, es posible afirmar que en términos generales presentan un comportamiento similar al que se observa en el Cuadro Nº9.

Cu	Cuadro Nº9: Producción total, distribución estacional y porcentual de diferentes bases forrajeras.									
	ļ	Producción Total	Otoño	jera	Invierno		Primav	era	Verano	
		Kg MS	Kg MS	%	Kg MS	%	Kg MS	%	Kg MS	%
1	Pradera Conven	cional (*)								
	Año 1	4500	0	0	450	10	3150	70	900	20
	Año 2	10000	2200	22	2000	20	4300	43	1500	15
	Año 3	7000	1400	20	1120	16	3500	50	980	14
	Año 4	5000	900	T8	650	13	3000	60	650	13
	Año 5	4000	400	10	600	14	2600	65	400	10
2	1º año + avena	6900	1173	17	1518	22	3312	48	897	13
3	4º año +	6000	1020	17	960	16	2880	48	1140	19
	renovación con									
	avena y TR									<u> </u>
4	2º año de la	7000	1400	20	1050	15	3220	46	1330	19
<u> </u>	renovación.		i 			<u> </u>	<u></u>			<u> </u>
5	Mej. Extensivo							1		1
	Año 1	4500	675	15	315	7	2160	48	1350	30
ı	Año 2	7539	1170	15,5	324	4,3	3444	45,7	2601	34,5
	Año 3	6000	1080	18	720	12	2400	40	1800	30
6	Mezcla									
	(TR+Raig.+TB)					, <u> </u>				T
	Año 1	8500	1190	14	2380	28	3485	41	1445	17
	Año 2	9000	2520	28	1350	15	3600	40	1620	18
	Año 3	5500	1320		825	15	2585	47	770	14
	lº año + avena	8500	1275	15	2465	29	3315	49	2040	17

Fuente: 1 y 6 Carámbula (1991).

2,3 y 4 Leborgne (1983).

5 Cardozo y Ferreira (1994).

(*) Trébol blanco., Lotus com. y Festuca

2,3,4,6: datos correspondientes a las zonas

Litoral y Sur.

5: dato correspondiente a la zona Este.

Otoño: marzo, abril y mayo. Invierno: junio, julio y agosto

Primavera: setiembre, octubre y noviembre.

Verano: diciembre, enero y febrero.

Diaz Lago et al. (1996), a partir de información de los ensayos de evaluación de variedades sembradas en LN.1.A "La Estanzuela" entre 1974 y 1992, calcularon la producción estacional y total, y la distribución estacional, sus resultados se presentan en el Cuadro Nº 10.

Cuadro Nº10: Producción anual (ton MS/há) y distribución estacional de trébol blanco, lotus corn., trébol rojo, y alfalfa.

	Especie			
Edad	Trébol Blanco	Lotus	Trébol Rojo	Alfalfa
1º (ton MS/há)	4.9	4.5	8.5	4.5
2º (ton MS/há)	7.5	7.6	8.8	11.6
3° (ton MS/há)	2.8	5.3	0.0	8.5
4º (ton MS/há)	0.0	4.1	0.0	9.0
Total (ton MS/há)	15.1	21.5	17.4	32.8
Distribución estacio	nal			
Otoño (%)	12.0	12.0	9.0	9.0
Invierno (%)	23.0	14.0	15.0	6.0
Primavera (%)	52.0	49.0	50.0	39.0
Verano (%)	13.0	25.0	26.0	46.0

3. CAPÍTULO Nº1: ENSAYO DE LARGA DURACIÓN "INTENSIDADES DE USO DEL SUELO"

3.1 INTRODUCCIÓN

La Unidad Experimental Palo a Píque, del I.N.I.A. Treinta y Tres, se encuentra en la Región Este, en la zona de colinas y lomadas, situada a 12km de la ciudad de Treinta y Tres sobre la Ruta Nacional Nº19, 7ª Sección policial. Esta Unidad Experimental abarca una superficie de 895ha, de las cuales 72ha están dedicadas al experimento de Intensidades de Uso del Suelo dividido en 12 parcelas de 6ha cada una, con el propósito de contar con todos los componentes de las diferentes alternativas de Intensidad de Uso, sin repeticiones sincrónicas, pero con asignación aleatorizada a las distintas unidades experimentales al inicio del experimento.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Descripción del ensayo.

3.2.1.1 Diseño.

Los tratamientos son cuatro Intensidades de Uso del Suelo, que a continuación se describen.

- 1) Mejoramiento de campo Permanente (M.P.), realizado sobre un campo bruto en el cual se sembraron en cobertura las especies de trébol blanco, lotus corn. y raigrás, sin aplicación previa de herbicida, el cual fue fertilizado inicialmente con un fertilizante binario; anualmente se realizó una refertilización fosfatada.
- 2) Rotación Larga (R.L.): Dos años de doble cultivo anual (invierno y verano), para pastoreo directo, reserva forrajera o cosecha de grano y cuatro años de pradera, plantada consociada con el último cultivo de invierno del ciclo de cultivos.
- 3) Rotación Corta (R.C.): Igual a la Rotación Larga, pero con la pradera durando dos años.
- 4) Cultivo Continuo (C.C.): Doble cultivo anual (invierno y verano), para pastoreo directo, reserva forrajera o cosecha de grano.

El diseño experimental consiste en contar con todos los componentes de las diferentes alternativas de intensidad de uso del suelo, que se contrastan en el experimento al mismo tiempo, sin repeticiones sincrónicas, pero con asignación aleatorizada a las distintas unidades experimentales (12 parcelas de 6há cada una) al inicio del experimento,.

Se considera que cada uno de los años que dure el experimento serán repeticiones o bioques para el análisis estadístico a largo plazo. Esto significa que el error experimental estará dado por la interacción años por tratamientos. Como claramente dicha interacción suele tener relevancia biológica, a largo plazo se deberán seleccionar del total de años, aquellos que sean semejantes principalmente en régimen hídrico, para realizar los análisis estadísticos.

De las 12 unidades experimentales en las que fue dividida el área total del experimento, al Mejoramiento Permanente y Cultivo Continuo les correspondieron a cada uno una unidad experimental, a la Rotación Corta le correspondió cuatro y a la Rotación Larga le correspondió seis unidades experimentales. (Ver en anexo Croquis Nº1).

En los Cuadros N°2,3,4,5 y 6 del anexo, se resume la principal información concerniente al uso del suelo e historia de cada una de las unidades experimentales.

Por tratarse de información obtenida en solo 2 años de evaluación, no se realiza un análisis estadístico, pero si se comparan los resultados y se realiza un comentario como tendencias iniciales.

3.2.1.2 Manejo de la pastura.

La pastura fue utilizada con bovinos mediante pastoreo directo con sistema rotativo. Se trabajó con terneros y sobreaños de ambos sexos, de la raza Hereford, asignados al azar a cada Intensidad de Uso del Suelo. En ciertos subperíodos (que se describirán más adelante), como ser primavera (22/8/97 al 24/11/97) y fin de verano-inicio de otoño (2/2/98 al 30/3/98) se utilizaron "animales volantes" (terneras y sobreaños) con el fin de mantener una asignación de forraje aproximadamente constante durante el período de estudio

Las cargas animales para cada Intensidad de Uso del Suelo se determinaron teniendo en cuenta los criterios utilizados por Crempien (1983) para la realización de balances forrajeros. Estos criterios estimados son: productividad y calidad de pasturas, tasa de utilización del forraje y requerimientos nutricionales de los animales. Los requerimientos fueron expresados en energía, y a través de ella en materia seca, teniendo en cuenta el peso vivo de los animales, la digestibilidad de la pastura y la ganancia diaria esperada.

Para el análisis de la información recabada durante el lapso en el cual se obtuvo la misma (1/3/1996 al 30/3/1998), se dividió en 2 períodos o años: 1996-1997 (1/3/96 al 14/3/97) y 1997-1998 (15/3/97 al 30/3/98), y a su vez cada período fue dividido en subperíodos, correspondióndole al período Nº1 los subperíodos: fin de invierno-primavera media (14/8/96 al 31/10/96) y fin de primavera-verano (31/10/96 al 14/3/97). Al período Nº2 le correspondió los subperíodos: fin de otoño-invierno (16/5/97 al 22/8/97), primavera (22/8/97 al 24/11/97) y fin de verano-inicio de otoño (2/2/98 al 30/3/98). El criterio utilizado para dividir en subperíodos fue el ingreso o salida de los animales, la producción forrajera y la estación del año.

Para el cálculo de la Carga animal (UG/há.) se consideró el valor de Unidad Ganadera definida por Charlone y García (1977), como una vaca de 380kg en estado fisiológico de mantenimiento; en base a ello se asignó a los novillos entre 150-250kg de peso vivo un valor de 0.6 UG, y a los novillos entre 250-350kg de peso vivo un valor de 0.8UG. Los kg de peso vivo/há, así como también la carga (inicial, final y promedio), en cada subperiodo, según la categoria animal y la intensidad de uso del suelo, se encuentran en los Cuadros Nº19 al 23 del anexo.

Las cargas animales y otros datos relacionados, como ser carga instantánea, número de animales según cada categoría y el peso promedio de ellos, se presentan en los Cuadros Nº 11,12,13,14 y 15, pertenecientes al inicio de cada subperiodo. En el período Nº1 el área de pastoreo fue menor al área total en un 17 y 25% menos en Rotación Larga y Rotación Corta respectivamente, causado por la reserva de potreros destinados a la cosecha de heno y grano (trigo). En el período Nº2 el área de pastoreo coincidió con el área total ya que no se destinaron áreas para la cosecha de heno.

Cuadro N°11: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo, al inicio del subperíodo fin de invierno-primavera media (14/8/96 al 31/10/96).

14/08/96-31/10/96	MP	RL	RC	CC
Carga (UG/há sistema)	1.1	1.3	1.2	1.9
Carga (UG/há pastoreo)	1.1	1.6	1.6	1.9
Carga Inst. (UG/há)	4.4	8.0	4.9	7.6
Nº Sobreaños	7	52	3ŏ	11
Nº Terneros	6	46	29	11
Peso promedio Sobreaños(kg)	228.1	210.9	191.4	235.5
Peso promedio Terneros(kg)	150.4	153.5	141.0	156.3

Cuadro Nº12: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo, al inicio del subperíodo fin de primavera-verano (31/10/96 al 14/3/97).

31/10/96-14/03/97	MP	RL	RC	CC
Carga (UG/há sistema)	0.5	1,2	1.3	
Carga (UG/há pastureo)	0.5	1.5	1.7	***=
Carga Inst. (UG/há)	2.1	7.4	5.0	
Nº Sobreaños	1	20	20	
Nº Terneros	6	53	30	
Peso promedio Sobreaños(kg)	249.0	294.5	273.1	
Peso promedio Terneros(kg)	197.4	207.5	200.0	

Cuadro Nº13: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo, al inicio del subperíodo fin de otoño-invierno (16/5/97 al 22/8/97).

16/05/97-22/08/97	MP	RL	RC	CC
Carga (UG/há)	1.1	1.5	1.5	1.8
Carga Inst. (UG/há)	4.4	8.4	5.7	7.3
Nº Sobreaños	7	52	36	11
N° Terneros	6	47	30	11
Peso promedio Sobreaños(kg)	243.3	243.0	242.9	243.4
Peso promedio Terneros(kg)	134.2	141.0	139.9	136.3

Cuadro Nº14: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo, al inicio del subperíodo primavera (22/8/97 al 24/11/97).

22/08/97-24/11/97	MP	RL	RC	CC
Carga (UG/há)	1.2	2.0	2.1	25
Carga Inst. (UG/bá)	4.9	11.4	8.1	10.2
Nº Sobreaños	7	5.3.	37	12
N° Terneros	6	48	30	11
Nº Terneras "volantes"	-			
Nº Sobreaños "volantes"				
Peso promedio Sobreaños(kg)	272.9	313.5	330,0	308.0
Peso promedio Terneros(kg)	150.6	196.6	210.4	192.4
Peso promedio Terneras "volantes" (kg)	- m - M-			
Peso promedio Sobreaños volantes" (kg)				

Cuadro Nº15: Principal información perteneciente a cada Intensidad de Uso del Suelo, al inicio del subperíodo fin de verano-inicio de otoño (2/2/98 al 30/3/98).

2/02/98-30/03/98	MP	RL	RC	CC
Carga (UG/há)	2.1	1.7	1.6	
Carga Inst. (UG/há)	8.8	10.3	6,26	
Nº Sobreaños	7	30	17	
Nº Terneros	8	49	32	
Nº Sobreaños "volantes"		1		
Peso promedio Sobreaños(kg)	382.4	347.8	346.8	***
Peso promedio Terneros(kg)	269.5	261.3	261.5	
Peso promedio Sobreaños volantes" (kg)		267.0		

Durante el subperíodo fin de otoño-invierno de 1997 ocasionalmente se suplementó con beno (cosechado en el período 1996-1997) a los animales pertenecientes a las Intensidades de Uso del Suelo: Rotación Larga, Rotación Corta y Cultivo Continuo. En Rotación Larga los materiales enfardados fueron moha (6há) y pradera de segundo año (Lotus corn, Trébol blanco y Festuca; 3há); y se consumió el 10% de los fardos de moha y el 50% de los fardos de pradera. En la Rotación Corta los materiales enfardados fueron moha (6há) y pradera de segundo año (Trébol rojo; 3há); consumiéndose el 10% de cada material. En el Cultivo Continuo se enfardó sorgo forrajero (6há), consumiéndose el 10%.

Con dicha suplementación se procuró balancear la dieta en cuanto a fibra, energía y proteína, brindándole un alimento rico en fibra (heno) a una dieta base con buen aporte de energía y proteína (pastura), a fin de crear un ambiente ruminal óptimo para alcanzar mejores resultados en la performance animal. Sumado a esto, con el aporte de fibra también se procura disminuir la incidencia de meteorismo.

3.2.2 Variables evaluadas.

Las variables evaluadas se clasifican en las siguientes categorías.

- 3.2.2.1 Propiedades de los suelos (físicas y químicas).
- 3.2.2.2 Productividad Física: producción vegetal (forraje en pie, heno y grano) y producción animal (producción de carne/há y ganancia diaria de peso).
 - 3.2.2.3 Resultado Económico (Margen Bruto).

3.2.2.1 Propiedades de los suelos.

Los sitios para las extracciones de las muestras para las determinaciones de las propiedades físicas y químicas del suelo, así como también de la producción vegetal, se determinaron utilizando el método de Muestreo Aleatorizado (Panse y Sukhatme, 1959) a fin de obtener las muestras más representativas.

Propiedades Físicas del Suelo: Se evaluó la Densidad Aparente y la Resistencia a la Penetración en una oportunidad (14/8/97), estando el suelo a capacidad de campo. Estas determinaciones se realizaron en un área denominada "de muestreo", que se trató de elegir con características similares de suelo y topografía, la cual correspondió a las laderas de los potreros. (Cuadro Nº7 del anexo).

La Densidad Aparente se determinó mediante la toma de muestras imperturbadas usando un muestreador tipo Uhland. Las muestras pertenecen a la profundidad de 2-8cm aproximadamente. Las mismas fueron pesadas previo al secado, el cual se realizó en estufa a 100°C durante 24 horas, y posterior al mismo, mediante el procedimiento utilizado por Robert y Romero (1978) se determinó dicha propiedad.

La Resistencia a la Penetración se midió después de lluvias que dejaron al suelo con un contenido de agua mayor o igual que capacidad de campo, mediante el uso de un penetrómetro de cono de penetración estática (punta Nº3 con un área de 3.33cm2 y ángulo de 30º); hasta una profundidad de 40cm, registrándose valores cada 5cm. Los resultados de presión se expresan en Mºa.

El contenido de agua volumétrico se determinó expresando la pérdida de agua volumétrica a 100°C como porcentaje del volumen de la muestra.

<u>Propiedades Químicas del Suelo:</u> Las propiedades químicas fueron las siguientes: Fósforo, Carbono orgánico, **P**otásio y pH. Las muestras compuestas fueron tomadas en el otoño de los años 1995, 1996 y 1997, al azar, recorriendo en zig-zag toda el área de las parcelas (potreros), utilizando un calador de suelo, hasta una profundidad de 15cm, tomando 40 muestras por potrero.

3.2.2.2 Productividad física.

Producción vegetal: Se midió materia seca disponible (MS) previo a cada pastoreo y rechazada, posteriormente al retiro de los animales. El muestreo se realizó mediante cortes de cuadros de 20 * 50cm, realizándose 20-30 cortes en las praderas, 15-20 en los verdeos y 10 en el mejoramiento permanente. Se tomó su peso fresco y posteriormente dichas muestras fueron secadas a estufa a 100°C durante 24 horas.

En algunas oportunidades se determinó la calidad de las pasturas. Para ello las muestras fueron tomadas de los potreros más representativos de las diferentes bases forrajeras, empleándose submuestras de las muestras tomadas para la determinación de la disponibilidad de materia seca. Se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas. Se muestrearon la pradera de 2° año de Lotus corn., Trébol blanco y Dactilis (perteneciente a la rotación larga); la pradera de 2° año de Trébol rojo y Raigrás (perteneciente a la rotación corta); la pradera de 3° año de Lotus corn., Trébol blanco y Festuca (perteneciente a la rotación larga); el cultivo de avena y el mejoramiento permanente. (Cuadro N°8 del anexo).

La producción de heno y grano se midió registrando el peso al momento de la cosecha.

Producción animal: Para medir la producción de carne se efectuaron pesadas de todos los animales de cada Intensidad de Uso del Suelo sin ayuno previo. En 1996, en las 4 Intensidades de Uso del Suelo, se realizaron pesadas cada 30 días. En 1997 en Rotación Corta y en Rotación Larga se realizaron generalmente cada vez que se cambió la base forrajera, mientras que en Cultivo Continuo y Mejoramiento Permanente cada vez que se cambió de subparcela, generalmente cada 15 días.

3.2.2.3 Resultado económico.

Para el análisis económico se utilizó una medida de resultado económico parcial como lo es el Margen Bruto, definido como el Producto Bruto menos los Costos Directos (Producto Bruto es la valorización de toda la producción final obtenida en el ciclo económico, y los Costos Directos son aquellos que varían proporcionalmente con una actividad dada, y en general engloban todos los costos variables de esa actividad más algunos fijos que se deben exclusivamente a esa actividad) (Nin y Freiria, 1995).

Mediante el análisis se pretendió determinar el resultado económico parcial de las diferentes intensidades de uso del suelo (que combinan distintas tecnologías y prácticas de manejo e implantación de pasturas y cultivos), y posteriormente ir explorando los resultados económicos preliminares de las diferentes Intensidades de Uso del Suelo.

El periodo analizado fue desde el 1/3/96 al 30/3/98. Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos, dicho período fue dividido en dos subperíodos: 1996-1997 (1/3/96 al 14/3/97) y 1997-1998 (15/3/97 al 30/3/98). La unidad monetaria utilizada para el análisis fue el Dólar Americano (Alvarez, com pers. 1997).

Los ingresos considerados fueron los percibidos por la venta de ganado terminado (con peso de faena de 430 kg) considerando el precio real de venta de U\$\$ 0.85/kg de peso vivo. Además se incluyó la producción valorizada de aquellos animales que no llegaron al peso de faena (terneros), y la producción de los animales utilizados como "volantes", tomando como precio del kg de carne a aquel establecido por la Asociación de Consignatarios de Ganado (Cuadro Nº9 del anexo) en las fechas en que se registró movimiento de hacienda (ingreso o egreso).

También se consideraron los ingresos percibidos por la venta de trigo (U\$S 115/tonelada) y la venta de fardos (fardos de moha y sorgo a U\$S 55/tonelada y fardos de pradera a U\$S 60/tonelada).

Los costos que se consideraron se agruparon en dos: Costos Agrícolas y Costos Ganaderos.

Costos Agrícolas: (Cuadros Nº10, 11, 12, 13 y 14 en anexo).

- Contratación de maquinaria agrícola para todas las tareas realizadas: se consideraron los costos promedio para la zona.
- Implantación de pasturas: semillas, inoculantes, coadyuvantes, curasemillas, herbicidas, fertilizantes: se consideraron los costos reales de los insumos utilizados.
- Refertilización de cultivos y pasturas: fertilizantes: se consideraron los costos reales de los insumos utilizados.

Costos Ganaderos:

- Sanidad y suplementación con sales minerales: se consideró un costo de U\$S 4/animal/año. (Ver en anexo Cuadro Nº15).
- Costos de los animales que se encuentran al inicio o que ingresan durante el período analizado.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Caracterización climatológica.

Al realizarse la comparación agroclimatológica entre el promedio histórico y el año 1996, se puede concluir que, fundamentalmente el otoño-invierno fue más seco debido a los menores niveles de precipitaciones ocurridos. Considerando la temperatura minima promedio para el otoño ésta fue mayor, mientras que para el invierno fue menor, con valores entre 2 y 3°C por debajo de los valores de la serie histórica, y con mayor número de heladas.

Realizando una comparación similar para el año 1997, se concluye que, excluyendo los meses de junio, agosto y diciembre, existió déficit hídrico debido fundamentalmente a las menores precipitaciones, al igual que en el año 1996. En invierno se registraron valores de temperatura mínima promedio sensiblemente superiores (aproximadamente 2°C) al promedio histórico.

3.3.2 Propiedades físicas del suelo.

A continuación se describen y analizan los valores promedio de las propiedades físicas del suelo, para las cuatro Intensidades de Uso del Suelo (resultado de los promedios de cada parcela o componente). Los datos empleados para el cálculo de estos valores promedio se encuentran discriminados por componente y se presentan en los Cuadros Nº 16 y 17 del anexo.

Cuadro Nº16: Densidad aparente promedio y contenido de agua volumétrico en el suelo promedio para las cuatro Intensidades de Uso del Suelo.

	Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Densidad aparente (g/cm3)		1.31	1.26	1.4
Contenido de agua volumétrico en el suelo (%)	23.0	27.5	29.75	24.0

Al analizar la densidad aparente (Cuadro Nº16) se aprecian diferencias entre las Intensidades de Uso del Suelo. Sin embargo, no presentan un comportamiento claro que permita arribar a conclusiones confiables. Estos valores, en el caso de la Rotación Larga y la Rotación Corta, son promedio de 6 y 4 potreros respectivamente, y dependen del momento de muestreo en cuanto a pisoteo previo por animales o pasaje de maquinaria, presencia de rastrojo, crecimiento vegetal, etc. El contenido de agua volumétrico en el suelo muestra un comportamiento inverso con la densidad aparente, probablemente debido a que, un suelo que presenta una mayor masa para un mismo volumen de muestra, posee un menor volumen de espacio poroso capaz de ser ocupado por el agua y el aire concordando con lo mencionado por Maddalena (1994), ya que el muestreo se realizó inmediatamente después de una lluvia importante y el suelo se encontraba a capacidad de campo.

Al analizar el cuadro N°17 se observa que existió una relación entre los valores promedio de densidad aparente (presentados anteriormente) y los valores promedio de resistencia a la penetración para los primeros 10cm de profundidad del suelo (MP: 0.44; RL: 0.43; RC: 0.36; CC: 0.55MPa) para las cuatro Intensidades de Uso del Suelo. Esto concuerda con lo mencionado por Maddalena (1994); y Ellis et al. (1977), citados por Behrens y Coubrough (1994). Estos autores sostienen la existencia de una correlación positiva entre la media de la densidad aparente y la media de la resistencia a la penetración, pues el aumento de la resistencia mecánica se da por un aumento de la densidad aparente.

Cuadro Nº17: Resistencia a la penetración promedio (expresada en MPa) para las cuatro Intensidades de Uso del Suelo.

Profundidad	Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
0-5	0.38	0.41	0.32	0.52
5-10	0.51	0.46	0.41	0.59
10-15	0.44	0.46	0.46	0.53
15-20	0.35	0.47	0.43	0.56
20-25	0.32	0.45	0.37	0.53
25-30	0.31	0.42	0.36	0.47
30-35	0.28	0.42	0.40	0.45
35-40	0.27	0.39	0.39	0.44

Debido al corto período de tiempo transcurrido desde la instalación del ensayo que no permitió que se halla alcanzado el equilibrio, pues ni la Rotación Larga ni la Rotación Corta han completado un ciclo de rotaciones, los valores determinados para las propiedades físicas descriptas anteriormente no permiten arribar a conclusiones valederas y habría que seguir su evolución en el tiempo.

3.3.3 Propiedades químicas del suelo.

En el Cuadro N°18, se presentan los resultados promedio de las propiedades químicas para cada Intensidad de Uso del Suelo, mientras que en el Cuadro N°18 del anexo se presentan los resultados de las mismas variables en cada uno de los componentes pertenecientes al ensayo.

Cuadro Nº18: Resultados promedio de propiedades químicas de las cuatro Intensidades de Uso del Suelo para los años 1995, 1996 y 1997.

	P Bray 1 (95)	P Bray I (96)	P Bray I (97)	C.Org.(95)	C.Org.(96)	C.Org.(97)
	ppm	ppm	ppm	%	%	%
R.Larga	3.69	3.03	12.82	1.87	1.40	1.52
R.Corta	3.51	3.30	15,48	1,64	1.54	1.51
Mej. Permanente	2.65	2.20	12.50	1.59	1:25	1.32
C.Continuo	4.35	4.80	22,60	1.45	1.66	1.39
	K (95) meq/100g.	K (96) meq/100g.	K (97) meq/100g.	pH (95) (agua)	pH (96) (agua)	pH (97) (agua)
R.Larga	0.23	0.25	0.23	5,62	5.75	5.48
R.Corta	0.25	0.23	0.30	5.60	5.60	5.23
Mej. Permanente	0.20	0.26	0.31	5,90	6.20	5.30
C.Continuo	0.20	0.26	0,26	5.90	5.30	5.20

El contenido de fósforo mostró una tendencia a aumentar con el transcurso del tiempo, siendo este aumento mayor en las Intensidades de Uso del Suelo con más participación de cultivos anuales (Cultivo Continuo y Rotación Corta), por ser los que han recibido mayor cantidad de fertilización fosfatada.

Se evidenció un descenso con el tiempo del porcentaje de carbono orgánico en las cuatro Intensidades de Uso del Suelo, probablemente explicado por un bajo aporte de restos secos a causa del pastoreo directo con animales.

Excepto en la Rotación Larga, se observó un leve aumento de la disponibilidad de potasio, explicado por la variación de pH ocurrida, pues como menciona Hernández (1993), el descenso del pH provoca un aumento en la disponibilidad de potasio.

Al observar la evolución en el tiempo de los valores de pH, para cualquiera de las cuatro Intensidades de Uso del Suelo, se evidenció un descenso del mismo, explicado por la presencia de acidos orgánicos originados por la degradación de la materia orgánica (García Préchae, com. pers.).

Debido al corto período de tiempo transcurrido desde la instalación del ensayo que no permitió que se haya alcanzado el equilibrio, los valores determinados para las propiedades químicas descriptas anteriormente no permiten arribar a conclusiones valederas y habría que seguir su evolución en el tiempo, como fue comentado anteriormente al analizar las propiedades físicas.

3.3.4 Producción vegetal en 1996-1997.

La producción de materia seca (MS) total, incluyendo las reservas forrajeras, de cada Intensidad de Uso del Suelo en 1996-1997 (Figura N°2), aumentó al incrementarse la intensidad de uso del suelo con cultivos forrajeros anuales.

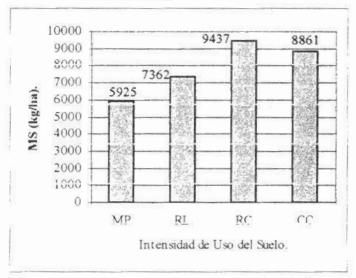


Figura N°2: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1996-1997).

La producción presentó su máximo valor en la Rotación Corta, alcanzando los 9437kg de MS/há año promedio, mientras que el mínimo valor ocurrió en el Mejoramiento Permanente, alcanzando los 5925kg. En el Cultivo Continuo y en la Rotación Larga la producción alcanzó valores intermedios (CC: 8861; RL: 7362kg. de MS/há año promedio).

Si bien la producción de forraje fue elevada, el hecho de haber comenzado el pastoreo en el mes de agosto, pudo haber provocado que no se manifestara el máximo potencial productivo de las diferentes opciones forrajeras, debido a una excesiva acumulación de forraje que causara pérdidas por senescencia, además los verdeos consociados se reservaron para su cosecha y por lo tanto no produjeron forraje para pastoreo hasta el mes de diciembre.

La producción de MS obtenida por el Mejoramiento Permanente fue similar a los datos mencionados por Cardozo y Ferreira (1994) para la zona Este.

La producción de MS por componente (verdeo o pastura) de Rotación Larga y de Rotación Corta en 1996-1997 se observa en la Figura N°3. Se aprecia la mayor contribución del verdeo a la producción total de materia seca para las dos Intensidades de Uso del Suelo, dejando en evidencia el elevado potencial productivo de estos recursos forrajeros en los sistemas de engorde netamente pastoriles. Por otro lado, dentro del componente pastura de Rotación Larga, la mayor contribución la realizó la pastura de segundo año, para posteriormente disminuir coincidiendo con el comportamiento productivo de una pradera convencional mencionado por Carámbula et al. (1977) y Carámbula (1991).

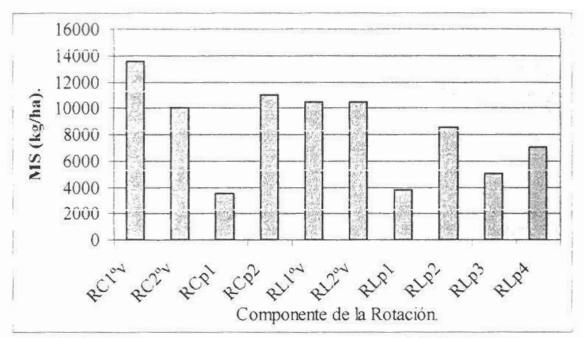


Figura N°3: Producción de MS/há según cada componente de la Rotación (1996-1997). (v: verdeo de invierno + verdeo de verano; p: pradera).

Los valores de producción de MS por parte de las praderas fueron inferiores a los mencionados por Carámbula (1991) y Díaz Lago et al. (1996), mientras que las producciones de los verdeos son similares.

La producción de reservas forrajeras en cada Intensidad de Uso del Suelo, considerando toda la superficie del sistema se presenta en el Cuadro Nº19.

Cuadro N°19: Reservas forrajeras (kg MS/há) en cada Intensidad de Uso del Suelo considerando a toda la superficie del sistema (1996-1997).

	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Verdeo verano	375.0	800.0	4000.0
Pradera	237.5	425.0	

Se observa que la cantidad de reservas forrajeras es mayor en los sistemas con mayor proporción de cultivos anuales, explicado por la mayor contribución de los cultivos forrajeros anuales de verano. La diferencia en los resultados está explicada fundamentalmente por tres razones: los materiales enfardados (mayor aporte de los verdeos de verano), el área cosechada y la proporción de cultivos y pasturas en cada sistema. El porcentaje de área cosechada respecto al área total fue: en Rotación Larga 24.9% (16.6% correspondiéndole al verdeo y 8.3% a la pradera); en Rotación Corta 37.5% (25% correspondiéndole al verdeo y 12.5% a la pradera); y en Cultivo Continuo 100% del área del cultivo de verano.

Los rendimientos fueron 2250kg MS/há cosechada en Rotación Larga, 3200kg en Rotación Corta y 4000kg en Cultivo Continuo.

rendimientos de las praderas fueron de 2850kg MS/há cosechada en Rotación Larga y 3400kg en Rotación Corta.

La cosecha de granos, en este caso trigo, se realizó únicamente en las Rotaciones Larga y Corta, en los verdeos consociados de cada sistema, alcanzando rendimientos de 1850 y 1950kg/há cosechada respectivamente. El área cosechada en Rotación Larga fue 16.6% del área total v en Rotación Corta fue 25% del área total.

3.3.5 Producción animal en 1996-1997.

Las variables referentes a la producción animal en el período Nº1 se presentan detalladas en los Cuadros Nº19 y 20 del anexo, mientras que a continuación se analizarán los principales resultados.

3.3.5.1 Producción animal en fin de invierno-primavera media (14/8/96 al 31/10/96).

En el Cuadro Nº20 se aprecia la producción de carne (kg/há) y las ganancias de peso vivo promedio (kg/animal/día) según Intensidad de Uso del Suelo y categoría animal.

Cuadro Nº20: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo y categoría animal (14/8/96-31/10/96)

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de carne (Kg/há sistema)	sobreaños	81.2	115.5	141.6	211.3
	terneros	47.0	59.9	67.8	125.2
	Total	128.2	175.4	209.4	336.5
Producción de carne (Kg/há pastoreo)	Total	128.2	210.6	279.2	336.5
Ganancia de peso (Kg/animal/día).	sobreaños	0.9	1.0	1.2	1.5
-	terneros	0.6	0.6	0.7	0.9

La producción de came/há y por categoría animal, aumentó al intensificarse el uso del suelo, tomando valores entre 128 y 336kg y entre 47 y 211kg respectivamente.

Las ganancias logradas fueron mayores a 0.6kg, tomando un rango entre 0.6 y 1.5kg, siendo aquellas mayores al aumentar la intensidad de uso del suelo. Dicho resultado se logró debido a la mayor producción de materia seca en los sistemas más intensivos, como fue analizada en el item 3.3.4. Con respecto a la ganancia discriminada por categoría animal se observó que los mejores desempeños fueron logrados por los sobreaños, que alcanzaron ganancias diarias en promedio un 64% mayor que los terneros en cada una de las Intensidades de Uso del Suelo.

Las ganancias de peso alcanzadas son elevadas, similares a aquellas logradas en sistemas intensivos de producción de carne como lo son el Sistema Demostrativo Agricola Ganadero de Young (González et al., 1994), el Sistema Agrícola Ganadero de Invernada de "La Estanzuela" (Risso y Zarza, 1981) y en INIA Treinta y Tres (Ayala y Carámbula, 1996). Otros resultados similares obtuvieron en la EEMAC (Apezteguia et al., 1991 a).

González et al. (1994) en el Sistema Demostrativo Agrícola Ganadero de Young trabajaron con novillitos de la raza Hereford con un peso promedio de 150kg, pastoreando un sistema compuesto por cultivos anuales, pasturas convencionales y campo natural mejorado, durante primavera (promedio de 6 años) con una carga de 1.52UG/há, donde obtuvieron una ganancia diaria promedio de 0.905kg/animal y una producción de carne de 166.6kg/ha.

Risso y Zarza (1981), en el Sistema Agrícola Ganadero de Invernada de "La Estanzuela" trabajaron con terneros y sobreaños cruzas de razas continentales y británicas, con un peso inicial promedio de 190kg/animal, pastoreando un sistema compuesto por verdeos anuales, praderas convencionales y pasturas mejoradas, donde obtuvieron ganancias de peso promedio de 0.8kg/animal/dia durante primavera. La producción de carne promedio anual fue de 262kg/há.

Ayala y Carámbula (1996), en INIA Treinta y Tres, trabajando con novillos de año y medio de la raza Hereford, sobre un mejoramiento en cobertura de Trébol blanco y Lotus com, con una carga de 1.22UG/há, obtuvieron en primavera ganancias de peso 1.176kg/animal/día.

Apezteguía et al. (1991 a), en la EEMAC, trabajando a fines de invierno (20/8/90 al 9/10/90) con 40 novillos de 20 meses de edad de la raza Hereford y un peso inicial promedio de 266kg, sobre una pastura convencional de 2º año, suplementando 20 novillos con granos de cebada aplastada a razón de 2kg/animal/día bajo dos presiones de pastoreo (2.4 y 5.3kg MS/100kg PV/día) obtuvieron ganancias entre 0.4 y 1.4kg/animal/día considerando los tratamientos extremos (menores ganancias en los novillos no suplementados y con baja asignación de forraje, y mayores ganancias en los novillos suplementados y con alta asignación de forraje).

3.3.5.2 Producción animal en fin de primavera-verano (31/10/96 al 14/3/97).

En el Cuadro Nº21 se aprecia la producción de carne (kg/há) y las ganancias de peso vivo promedio (kg/animal/día) según Intensidad de Uso del Suelo y categoría animal.

Cuadro N°21: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo y categoría animal (31/10/96-14/3/97).

Subperiodo 2		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de carne (Kg/há sistema)	sobreaños	19.0	35,7	47.8	
	terneros	139.2	90.7	95.8	
	Tetal	158.2	126.4	143.6	
Producción de carne (Kg/há pastoreo)	Totai	158.2	151.7	191.4	

Ganancia de peso (Kg/animal/día).	sobreaños	0.9	0.5	0.4	h=-
	terneros	0.6	0.3	0.3	

La producción de carne/há no evidenció un comportamiento claro con relación a la intensidad de uso, alcanzándose la mayor producción en Mejoramiento Permanente, seguido por Rotación Corta y por último Rotación Larga.

La menor contribución en la producción de carne/há por parte de los sobreaños se debió al bajo número de animales de esta categoría durante este subperíodo, como es presentado en el Cuadro Nº12, y no a un menor desempeño individual.

En cuanto a las ganancias de peso tampoco se evidenció un comportamiento claro, lográndose menores performances que las alcanzadas en el período anterior, a excepción del Mejoramiento Permanente en el cual los animales mantuvieron las ganancias. Las ganancias logradas fueron mayores a 0.3kg, tomando un rango entre 0.3 y 0.9kg.

Con respecto a la ganancia discriminada por categoría animal, se observó que los mejores desempeños fueron logrados por los sobreaños, que alcanzaron ganancias diarias en promedio un 42% mayor que los terneros en cada una de las Intensidades de Uso del Suelo. Este menor desempeño por parte de los terneros se debió a la entrada y salida de animales de esta categoría durante este subperíodo, lo cual podría haber afectado la performance animal a través de un corto período de permanencia en el sistema, afectando el funcionamiento normal del tracto digestivo.

Si bien los resultados obtenidos (producción de carne/há y ganancias de peso vivo) fueron positivos, el efecto del calor sobre los animales durante el verano fue un factor importante en el desempeño animal, pues el área que ocupa el experimento no tiene ninguna zona con sombra, existiendo además competencia por agua por parte de los animales causada por un reducido aporte de agua a los bebederos. Acentuando estas condiciones limitantes para el desempeño animal, existieron altas cargas durante la mayor parte del subperíodo (Cuadro N°20 del anexo), restringiendo la asignación de forraje por animal.

La producción de carne/há y las ganancias de peso alcanzadas son similares que aquellas logradas por González et al. (1994); Risso y Zarza (1981); Ayala y Carámbula, (1996); Apezteguia et al. (1991 b) y Josifovich et al. (1991).

González et al. (1994), en su experimento ya mencionado, pero durante verano (promedio de 6 años) con una carga de 1.47UG/há, obtuvieron una ganancia diaria promedio de 0.463kg/animal y una producción de carne de 81.4kg/há.

Risso y Zarza (1981), en su experimento ya mencionado, obtuvieron durante los meses de verano una ganancia promedio de 0.6kg/animal/día.

Ayala y Carámbula (1996), en su experimento ya mencionado, con una carga de 1.22UG/há, obtuvieron en verano ganancias de peso 0.845 y en otoño 0.655kg/animal/día.

Apezteguía et al. (1991 b), en la EEMAC, trabajando desde octubre a diciembre (2/10/90 al 25/12/90) con novillitos de la raza Holando de 6 y 12 meses de edad y un peso inicial promedio de 140 y 160kg respectivamente, sobre una cobertura de Lotus corniculatus sembrada sobre un campo restablecido, bajo cuatro presiones de pastoreo (2.5, 5.0, 7.5 y 10.0kg MS/100kg PV/dia) obtuvieron ganancias de peso promedio de 0.6, 1.1, 1.0 y 1.2kg/animal/día y producciones de carne de 136, 141, 92 y 88kg/há respectivamente.

3.3.5.3 Producción animal total en 1996-1997.

Cuadro N°22: Producción de carne total según Intensidad de Uso del Suelo

v categoria animal (1996-1997).

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de came (Kg/há sistema)	sobreaños	100.2	153.0	189.4	211.3
	terneros	186.2	150.6	163.6	125.2
	Total	286.3	303.7	353.0	336.5
Producción de carne (Kg/há pastoreo)	Total	286.3	364.4	470.6	336.5

Así mismo hay que considerar que el área de pastoreo fue menor que el área total en las rotaciones Corta y Larga, dado que parte de la misma se destinó a la cosecha de grano (trigo) y reservas forrajeras (verdeo de verano y praderas), como fue comentado anteriormente al tratar la producción vegetal en 1996-1997.

Josifovich et al. (1991), en INTA Pergamino, trabajando durante tres años con terneros y novillos de la raza Aberdeen Angus, con pesos promedio de 186 y 239,5kg respectivamente, con una dotación de 2.26 animales/há, pastoreando una pradera convencional de 2º año, obtuvieron ganancias de peso diarias promedio anual de 0.5 y 0.6kg, y producciones de carne de 449 y 532kg/há/año en los terneros y novillos respectivamente.

3.3.6 Producción vegetal en 1997-1998.

La producción de MS total, incluyendo las reservas forrajeras, de cada Intensidad de Uso del Suelo en 1997-1998 (Figura Nº4) muestra altas producciones en las 4 alternativas forrajeras, determinadas principalmente por un año favorable desde el punto de vista climático.

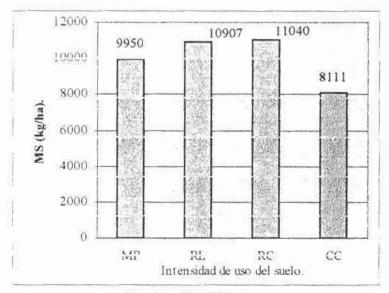


Figura N°4: Producción de MS/há promedio en cada Intensidad de Uso del Suelo (1997-1998).

La producción presentó su máximo valor en Rotación Corta, alcanzando los 11040kg de MS/há, mientras que el mínimo valor ocurrió en Cultivo Continuo, alcanzando los 8111kg. En Mejoramiento Permanente y en Rotación Larga la producción tomó valores intermedios, de 9950 y 10907kg respectivamente.

La producción de MS obtenida por el Mejoramiento Permanente fue superior, en 2000 a 3000kg MS/há, a los mencionados por Cardozo y Ferreira (1994). Mientras que la producción del verdeo de invierno del Cultivo Continuo fue menor que las mencionadas por Carámbula (1991).

Cabe aclarar que la menor producción en Cultivo Continuo, sin considerar la producción de fardos (4500kg MS/há), se debió principalmente a la baja producción del verdeo de invierno, el cual produjo 3611kg MS/há. Esta baja producción podría estar explicada fundamentalmente por el efecto del pisoteo causado por los animales, pues esta Intensidad de Uso del Suelo cuenta únicamente con un potrero, dentro del cual rotan los animales en subpotreros, lo cual no permitió retirar los animales en períodos de abundantes precipitaciones.

La producción de MS por componente (verdeo o pastura) de Rotación Larga y de Rotación Corta en 1997-1998 se observa en la Figura Nº5. En ambas rotaciones el menor aporte de MS lo realizó el primer verdeo de invierno, además ningún verdeo de invierno (trigo y avena) rindió lo esperado a causa de la ocurrencia de condiciones ambientales favorables para el desarrollo de enfermedades como ser roya en avena y mancha foliar en trigo, como lo mencionan Terra et al. (1997). También se observa, que en el componente pastura, la mayor

contribución la realizó la pradera de segundo año, para posteriormente disminuir (en Rotación Larga) coincidiendo con el comportamiento productivo de una pradera convencional mencionado por Carámbula et al. (1977); obteniendo mayores producciones que aquellas mencionadas por Carámbula (1991).

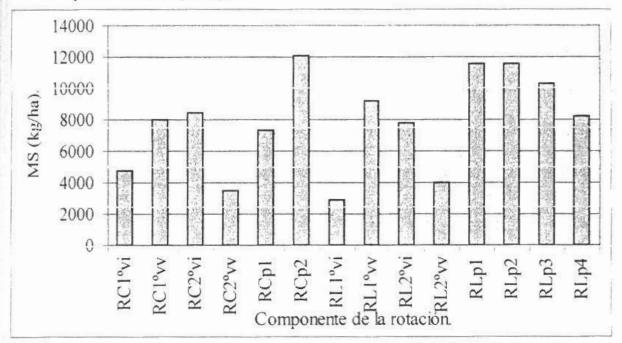


Figura N°5: Producción de MS/há según cada Componente de la Rotación (1997-1998). (vi: verdeo de invierno; vv: verdeo de verano; p: pradera).

Para este período, la producción de reservas forrajeras se limitó solamente al verdeo de verano (sorgo) en Cultivo Continuo y al segundo verdeo de verano (moha) en Rotación Corta, cosechándose el 100 y el 25% del área total respectivamente. Los rendimientos alcanzados considerando toda la superfície de cada sistema fue de 4500 y 145.8kg/há para Cultivo Continuo y Rotación Corta, mientras que los rendimientos en kg MS/ha cosechada fueron 4500 y 3500kg respectivamente.

Cabe aclarar que, a diferencia del período 1996-1997, en este período no se realizó un cultivo anual destinado a la producción de grano, así como tampoco se realizó el cierre de praderas con el propósito de la henificación del forraje

En el Cuadro N°23 se presentan los resultados de los análisis químicos de las pasturas, representando los valores absolutos que contiene el forraje, y no necesariamente los que el animal consume. Existen factores de comportamiento animal y del desarrollo y crecimiento de las pasturas que afectan la utilización en el momento de consumirlas.

Cuadro N°23: Calidad de pastura expresado en porcentaje para las diferentes fracciones determinadas (1997-1998).

Tipo de pastura (*)	%MS	DMO	PC	FDA	FDN	Cenizas
Pradera 2° año	13.86	71,32	25.98	24.39	54.84	9,15
Pradera 2° año	20,47	64.54	20.29	32.19	62.60	8.63
Verdeo invierno	14,60	79.77	22.31	29.10	56.04	10.29
Mejoramiento extensivo	32.61	51.92	12.12	43.74	72.34	11.72
Verdeo invierno	26.28	80.00	12.33	27.99	73.04	7.93
Pradera 3° año	17.29	65.34	25.41	30.05	57.27	12.97
Mejoramiento extensivo	21.03	52.26	16,89	33.58	73.78	11,91

^(*) La descripción de la pastura se encuentra en el Cuadro Nº8 del anexo. Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal de I.N.I.A. "La Estanzuela".

Los resultados presentados en el cuadro anterior son mediciones puntuales de la calidad de la pastura, debido a que fueron determinados a partir de muestras recogidas en un momento dado de desarrollo de la pastura, por lo cual los resultados son válidos para dichos momentos.

Teniendo presente los requerimientos nutricionales de los bovinos para carne según NRC (1985), se puede apreciar que cualquiera de las cuatro Intensidades de Uso del Suelo presentó niveles de proteina cruda superiores al nivel mínimo de 12.1% requerido para alcanzar ganancias promedio de 1.1kg/animal/día en animales de 250kg de peso vivo (peso promedio de los animales en el ensayo).

Con respecto a la digestibilidad de la materia orgánica se observan valores altos a excepción del Mejoramiento Permanente que presenta valores muy similares al campo natural, que según Ayala et al. (1996), el campo natural sobre suelos Argisoles, en las Lomadas del Este, posee una predominancia marcada de especies primavero-estivales con una digestibilidad promedio de 52.9% (con valores entre 48 y 54%); con un contenido de proteína cruda con un rango entre 16 y 22%, registrándose el mínimo en otoño y el máximo en invierno; mientras que el contenido de fibra de detergente ácido es de 40.4% promedio anual (con valores entre 38 y 42% registrados en invierno y primavera respectivamente).

Se puede concluir que, en términos generales la calidad de la pastura para las cuatro intensidades de Uso del Suelo fue alta, permitiendo alcanzar ganancias de peso promedio suficientes para lograr el objetivo de producir una ganancia de 280kg/animal en un año y medio dentro de los sistemas de Intensidades de Uso del Suelo (0.5kg/animal/día).

3.3.7 Producción animal en 1997-1998.

Las variables referentes a la producción animal en el período Nº2 (1997-1998) se presentan detalladas en los Cuadros Nº21, 22 y 23 del anexo, mientras que a continuación se analizarán los principales resultados.

3,3.7.1 Producción animal en fin de otoño-invierno (16/5/97 al 22/8/97).

En el Cuadro N°24 se aprecia que la producción de carne/ha segun la Intensidad de Uso del Suelo aumentó al intensificarse el uso del suelo, lográndose la mayor producción en Cultivo Continuo, seguido por Rotación Corta, luego Rotación Larga y por último Mejoramiento Permanente, alcanzando un máximo de 272.6kg y un mínimo de 50.9kg/ha.

Cuadro Nº24: Producción de came y ganancia de peso según Intensidad de

Uso del Suelo y categoría animal (16/5/97-22/8/97)

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de carne (kg/há)	Sobreaños	34.5	114.4	142.3	131.8
	Terneros	16.4	80.8	93.0	102,8
	Total	50.9	195.2	245,3	272.6
Ganancia de peso (kg/an/día)	Sobreaños	0.3	0.8	1.0	0.9
	Terneros	0.2	0.7	0,7	0.6

Las ganancias de peso logradas fueron mayores a 0.2kg, tomando un rango entre 0.2 y 1.0kg, siendo las menores en Mejoramiento Permanente debido a la baja disponibilidad y calidad de forraje que causó una pérdida de peso en la mayoría de los animales, principalmente al inicio de este subperíodo.

También se puede apreciar que, salvo en Cultivo Continuo, la ganancia de peso aumentó al intensificarse el uso del suelo. Aquellas, alcanzaron valores intermedios con relación a los subperiodos analizados previamente, explicado por la baja oferta de forraje y la suculencia del mismo que causó trastornos digestivos (diarrea), lo cual repercutió en el desempeño animal. Sumado a lo anterior, existieron problemas de "piso", acentuando aún más la baja oportunidad de cosecha de forraje.

El aporte que realizaron los sobreaños a la producción de carne/há en cada Intensidad de Uso del Suelo fue mayor que el aporte realizado por los terneros, explicado por las mayores ganancias diarias de peso obtenidas por los primeros, las cuales fueron en promedio un 45% mayor.

Finalmente, cabría mencionar que únicamente durante este subperiodo, en los potreros Nº6 y 10 pertenecientes a Rotación Larga y Corta respectivamente, ocupando un área de 1.25há en cada uno de ellos se desarrolló un experimento de engorde de corderos pesados evaluando diferentes cargas.

La producción de carne/há y las ganancias de peso alcanzadas son similares que aquellas obtenidas por González et al. (1994); Risso y Zarza (1981); Ayala y Carámbula (1996); Riet y Escuder (1973), citados por Cardozo (1984).

González et al. (1994), en su experimento ya mencionado, pero durante otoño (promedio de 6 años) con una carga de 1.61UG/há, obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de 0.337kg/animal/día y una producción de carne de 65.5kg/há. Mientras en invierno (promedio de 6años) con una carga de 1.12UG/há, obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de 0.241kg/animal/día y una producción de carne de 42.7kg/há.

Risso y Zarza (1981), en su experimento ya mencionado, obtuvieron durante los meses de invierno una ganancia diaria de peso promedio de 0.450kg/animal/dia.

Ayala y Carámbula (1996), en su experimento ya mencionado, con una carga de 1.22UG/há, obtuvieron en otoño ganancias de peso 0.655kg/animal/día y en invierno 0.123.

Riet y Escuder (1973), citados por Cardozo (1984), en EEMAC, trabajando desde enero a noviembre con novillos y vaquillonas de 16 meses de edad y un peso inicial promedio de 225kg, sobre una pastura convencional, bajo cuatro dotaciones (1.5, 2.5, 3.8 y 5.0 animales/há), obtuvieron ganancias de peso promedio de 0.6, 0.6, 0.3 y 0.3kg/animal/día y producciones de carne de 294, 493, 409 y 525kg/há respectivamente.

3.3.7.2 Producción animal en primavera (22/8/97 al 24/11/97).

En el Cuadro Nº25, se aprecia que la producción de came/há según la Intensidad de Uso del Suelo no mostró un comportamiento claro, lográndose la mayor producción en Rotación Corta, seguido por Rotación Larga, luego en Mejoramiento Permanente y por último en Cultivo Continuo, alcanzando un máximo de 270.08kg y un mínimo de 163.1kg. La menor producción alcanzada en Cultivo Continuo se explica por el retiro de los animales un mes antes de finalizado el período en análisis, con el fin de instalar el verdeo de verano.

Cuadro N°25: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso del Suelo y categoría animal (22/8/97-24/11/97).

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de carne (kg/há)	Sobreaños	117.0	114.1	136.0	91.5
	Terneros	93.8	89.8	86.7	71,6
	Terneras "volantes"		28.9	39.7	***
	Sobreaños "volantes"		2.1	7.6	
	Total	210.8	234.9	270.1	163,1
Ganancia de peso (kg/an/día).	Sobreaños	1.0	0.9	1.0	0.7
	Terneros	0.9	0.7	0.7	0.6
	Terneras "volantes"		0.8	0.9	
	Sobreaños "volantes"		0.3	1.2	

Las ganancias logradas (Cuadro N°25) fueron iguales o mayores a 0.6kg (sin considerar los animales "volantes"), tomando un rango entre 0.6 y 1.0kg. Estas performances estarian explicadas por la mayor oferta de forraje de buena calidad (16% de proteína cruda en el mejoramiento permanente), debido al inicio del rebrote primaveral de las especies forrajeras perennes.

El aporte que realizaron los sobreaños a la producción de carne/há en cada Intensidad de Uso del Suelo fue mayor que el aporte realizado por los terneros, explicado por las mayores ganancias diarias de peso obtenidas por los primeros, las cuales fueron en promedio un 25% mayor.

La producción de carne/há y las ganancias de peso alcanzadas son similares a que aquellas logradas por González et al. (1994); por Risso y Zarza (1981); por Ayala y Carámbula (1996) y por Josifovich et al. (1977).

González et al. (1994), en su experimento ya mencionado, pero durante primavera (promedio de 6 años) con una carga de 1.52UG/há, obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de 0.905kg/animal/día y una producción de carne de 166.6kg/há.

Risso y Zarza (1981), en su experimento ya mencionado, obtuvieron durante la primavera una ganancia diaria de peso promedio de 0.8kg/animal/día.

Ayala y Carámbula (1996), en su experimento ya mencionado, con una carga de 1.22UG/há, obtuvieron en primavera ganancias de peso de 1.176kg/animal/día.

Josifovich et al. (1977), en INTA Pergamino (Argentina), desde agosto a noviembre con novillos de razas británicas con un peso inicial promedio de 200kg, sobre praderas

convencionales, con una dotación de 3.3 animales/há, obtuvieron ganancias de peso promedio de 0.7kg/animal/día, y una producción de carne de 277kg/há.

3.3.7.3 Producción animal en fin de verano-inicio de otoño (2/2/98 al 30/3/98).

Durante el mes de diciembre existieron varios problemas con el abastecimiento de agua desde el molino a los bebederos causando dificultades en la disponibilidad de agua al ganado. Este hecho, sumado a la falta de sombra en las parcelas experimentales, afectó el comportamiento y la performance animal; razón por la cual se decidió sacar los animales del experimento durante un período de tiempo hasta solucionar el inconveniente, y excluir del análisis el período comprendido entre el 25/11/1997 y el 1/2/1998.

En el Cuadro N°26, se aprecia que la producción de carne/há según la Intensidad de Uso del Suelo no mostró un comportamiento claro, lográndose la mayor producción en Rotación Larga, seguido por Rotación Corta y por último en Mejoramiento Permanente, alcanzando un máximo de 115.01kg y un mínimo de 81.83kg. Estos menores valores de producción se debieron al corto periodo de tiempo en el cual se desarrolló el pastoreo (57dias). La no producción en Cultivo Continuo se explicó por la ausencia de pastoreo, por estar instalado el verdeo de verano destinado a la producción de reservas forrajeras (heno).

Cuadro Nº26: Producción de carne y ganancia de peso según Intensidad de Uso

del Suelo y categoría animal (2/2/98-30/3/98).

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de carne (kg/há)	Sobreaños	32.7	43.0	30,3	
	Terneros	49.2	70.6	72.4	
	Sobreaños "volantes"		1.4		
	Total	81.9	115.0	102.7	
(kg/an/día)	Sobreaños	0.5	0.9	0.8	
	Terneros	0.7	0.9	1.0	
	Sobreaños "volantes"		0.9		

Las ganancias de peso logradas (Cuadro N°26) fueron iguales o mayores a 0.5kg/animal/día, tomando un rango entre 0.5 y 1.0kg. Estas ganancias son explicadas por la alta oferta de forraje debido a la acumulación del mismo como consecuencia de la ausencia de pastoreo durante 68 días, por causas mencionadas anteriormente.

A diferencia de los períodos anteriores, el mayor aporte a la producción de carne lo realizaron los terneros, explicado por la mayor ganancia de peso (16% mayor que los sobreaños) y por el mayor número.

Si bien los resultados obtenidos (ganancias de peso vivo y producción de carne/há) fueron positivos, el efecto del calor sobre los animales, fundamentalmente durante el verano, fue

un factor importante en el desempeño animal, pues el área que ocupa el experimento no tiene ninguna zona con sombra, existiendo además competencia por agua por parte de los animales causada por un bajo suministro de agua a los bebederos.

La producción de carne/há y las ganancias de peso alcanzadas son similares que aquellas logradas por González et al. (1994); por Risso y Zarza (1981); por Ayala y Carámbula (1996); y por Josifovich et al. (1991) mencionado anteriormente.

González et al. (1994), en su experimento ya mencionado, pero durante otoño (promedio de 6 años) con una carga de 1.47UG/há, obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de 0.463kg/animal/día y una producción de carne de 81.4kg/há. Mientras en otoño (promedio de 6años) con una carga de 1.61UG/há, obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de 0.337kg/animal/día y una producción de carne de 65.5kg/há.

Risso y Zarza (1981), en su experimento ya mencionado, obtuvieron durante los meses de verano una ganancia diaria de peso promedio de 0.6kg/animal/día y en otoño 0.563kg/animal/día.

Ayala y Carámbula (1996), en su experimento ya mencionado, con una carga de 1,22UG/há, obtuvieron en verano ganancias de peso de 0.845 y en otoño 0.655 kg/animal/día.

3.3.7.4 Producción animal total en el 1997-1998.

En las cuatro Intensidades de Uso del Suelo se obtuvieron buenos resultados de producción (Cuadro N°27), alcanzándose un máximo de 608kg/há en Rotación Corta y un mínimo de 343.6kg/há en Mejoramiento Permanente.

Cuadro N°27: Producción de carne total según Intensidad de Uso del Suelo y categoría animal (1997-1998).

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Producción de carne (kg/há)	Sobreanos	184.2	271.5	308.6	223.3
, -	Terneros	159.4	241.3	252.1	174.4
	Ternéras "volantes"		29.0	39,7	
	Sobreaños "volantes"		3,5	7.6	
	Total	343.6	545.3	608.0	397.7

La menor producción alcanzada en Cultivo Continuo con relación a las Rotaciones Larga y Corta se explicó por el menor período en el cual pastorearon los animales (90 días menos que en las demás Intensidades de Uso del Suelo). Además, al comparar los resultados obtenidos entre el período 1996-1997 y 1997-1998 se observó una mayor producción en este último, explicado por un período de pastoreo más prolongado, permitiendo así una mejor utilización de las diferentes alternativas forrajeras, y por una mayor producción de MS de las mismas a excepción del Cultivo Continuo.

Posiblemente, la principal variable que estaría explicando esta mayor producción de MS para el período 1997-1998 sería el régimen térmico invernal ya que el régimen hídrico para ambos períodos fue similar (como fue mencionado en el 3.3.1). El régimen térmico se caracterizó por presentar valores de temperatura mínima promedio 2 a 3°C por encima de la mínima promedio de la serie histórica 1972-1997, mientras que para el período 1996-1997 sucedió lo contrario, es decir, se registraron temperaturas mínimas promedio 2 a 3°C por debajo de la serie histórica 1972-1997. Este comportamiento térmico se vio directamente reflejado en el número de días con heladas, el cual fue sensiblemente inferior en el período 1997-1998 (9 versus 20 días).

3.3.8 Resultado económico.

Los resultados del análisis económico se detallan a continuación, en los Cuadros Nº 28 y 29 pertenecientes a los períodos Nº1 (1996-1997) y Nº2 (1997-1998) respectivamente. En el Cuadro Nº30 se presenta la relación costo/beneficio para ambos períodos.

Cuadro N°28: Productos brutos (PB), costos directos (CD) y margenes brutos (MB) obtenidos en 1996-1997, en 4 Intensidades de Uso del Suelo.

Periodo Nº1 (1996-199	7)			
	MP	RL	RC	CC
PB carne (U\$S/há)	210.7	205,86 (247,03U\$S/há pastoreo)	219,26 (292,3U\$S/há pastorco)	241.9
PB fardos (U\$S/há)		33.8	70,0	230.6
PB trigo (U\$S/há)		35.6	56.0	
PB total (U\$S/há)	210.7	275.3	345,2	472.5
CD producción forrajera (U\$S/há)	89.2	157.7	217.7	303.8
CD cosecha fardos (U\$S/há)		24.0	29.1	123.0
CD cosecha trigo (U\$S/há)		4.2	6,3	***
CD sanidad (U\$S/há)	8.0	U1.6	10.6	14 7
CD total (U\$S/há)	97.2	197.4	263.6	441.4
MB total (U\$S/há)	113.5	77.8	81.6	31,1

Cuadro N°29: Productos brutos (PB), costos directos (CD)y márgenes brutos (MB) obtenidos en 1997-1998, en 4 Intensidades de Uso del Suelo.

Período N°2 (1997-1998)				
	MP	RL	RC	CC
PB carne (U\$S/há)	366.0	479.0	511,8	389.1
PB fardos (U\$S/há)			47.9	247.5
PB trigo (U\$S/há)	**-	*		
PB total (U\$S/há)	366.0	479.0	559.6	636.6
CD producción forrajera (U\$S/há)	85.8	175.4	226.0	331.3
CD cosccha fardos (U\$S/ha)			24.0	125.0
CD fardos consumidos(U\$S/bá) (producidos en el período Nº1)		8.4	2.9	13.3
CD cosecha trigo (U\$S/ha)				
CD sanidad (U\$S/há)	9.5	12.0	9.5	15.3
CD total (U\$S/há)	95.3	195.8	262.4	484.9
MB total (U\$S/ha)	270.7	283.2	297.2	151.7

Cuadro Nº30: Relación costo/beneficio para los períodos en estudio.

	Período Nº1 (1996-1997)	Período N°2 (1997-1998)
Mejoramiento Permanente	0.46	0.26
Rotación Larga	0.72	0.40
Rotación Corta	0.76	0,47
Cultivo Continuo	0.93	0.76

Dentro de los costos del período Nº2 fueron considerados los fardos que se encontraban en stock en el período 1996-1997 y que fueron consumido en el período 1997-1998, como fue mencionado en el item 3.2.1.2.

Cabe aclarar que en los meses de junio, julio y agosto del período 1997-1998 se pastorearon con ovinos 1.25há del potrero 6 perteneciente a la Rotación Larga y 1.25há del potrero 10 perteneciente a la Rotación Corta, no siendo considerada la producción de carne ovina y lana para el cálculo del Margen Bruto.

Los valores del período 1996-1997 correspondientes a PB/há y MB/há son poco representativos, por haber comenzado el pastoreo en el mes de agosto de 1996, sin embargo el CD/há y el PB/há presentan la misma tendencia que en el período 1997-1998, evidenciándose un aumento del PB/há, el CD/há y la relación costo/beneficio al intensificarse el uso del suelo.

Hay que remarcar que en el período 1996-1997, se obtuvieron márgenes brutos positivos incluso en aquella alternativa con mayores costos como lo es el Cultivo Continuo.

En el período 1997-1998, la Rotación Larga y la Rotación Corta aparecen con mayores MB/há. En el caso de la Rotación Corta, el MB relativamente alto está asociado a una alta producción de carne vacuna y fardos, a pesar de los mayores CD de producción. En el caso de la Rotación Larga las ventajas son atribuibles a la producción de carne vacuna, asociado a costos relativamente más bajos con relación a las alternativas más intensivas. Sin embargo la mejor relación costo/beneficio se obtuvo en el Mejoramiento Permanente.

Para el caso del Mejoramiento Permanente, el MB es menor que el de Rotación Larga y el de Rotación Corta, mientras que el Cultivo Continuo, si bien obtuvo el mayor PB/há, la relación costo/beneficio fue la más alta (es muy caro producir carne con este sistema).

Como forma de estimar la sensibilidad de las distintas alternativas ante cambios de precios de insumos y productos, se realizó una parametrización. Ver en anexo Cuadros N°24 al 31. Los resultados de la mejor y peor situación esperada para cada período analizado según la intensidad de uso del suelo se presentan en el Cuadro N°31.

Cuadro N°31: Principales resultados de la Parametrización de los costos e ingresos (U\$S/há).

	Período Nº1 (1996-1997)		Período N°2 (1997-1998)	
	-20%lngresos +20%Costos	+20%Ingresos -20%Costos	-20%Ingresos +20%Costos	+20%Ingresos -20%Costos
Mej. Permanente	51.9	175.1	178.4	363.0
Rotación Larga	-16.6	172.4	148.2	418.2
Rotación Corta	-40.2	203.4	132.8	461.6
Cultivo Continuo	-151.7	213.6	-72.6	376.0

Al analizar el cuadro se observa que la alternativa más riesgosa es el Cultivo Continuo, dado que de bajar los ingresos un 20% e incrementarse los costos en la misma proporción se estiman pérdidas de 151.7 y 72.6 U\$S/há para el periodo 1996-1997 y 1997-1998 respectivamente.

La alternativa que representa las mejores ganancias ante condiciones favorables de precios y costos es la Rotación Corta (sin considerar el período Nº1 debido al retraso del inicio del pastoreo).

3.4 CONCLUSIONES

El contenido de fósforo en el suelo aumentó con el transcurso de los años, a causa de la aplicación en cobertura de fertilizantes fosfatados; las restantes propiedades físicas y químicas analizadas necesitan de más años de evaluación para obtener resultados claros, porque son menos sensibles a los efectos de los tratamientos.

Las pasturas realizadas en siembra directa permitieron la presencia por períodos prolongados de los animales sobre las mismas, debido a las buenas condiciones de "piso" capaces de soportar el pisoteo animal.

Las cuatro alternativas de uso del suelo permitieron alcanzar producciones de MS superiores a los 6000kg/há, con una calidad suficiente como para lograr importantes ganancias diarias de peso.

Las performances productivas alcanzadas por los animales durante los meses de invierno (estación crítica para la producción animal) fueron altas, a excepción del Mejoramiento Permanente. Así mismo en este no se registraron perdidas de peso vivo.

Buenas condiciones de "piso", cantidad y calidad de MS, y excelentes performances animales, permitieron lograr la terminación de los animales a los 2 y ½ años de edad, alcanzado pesos de faena de 430kg/animal en sistemas exclusivamente pastoriles.

Tanto las alternativas más intensivas como aquella que hace el uso menos intensivo del suelo, como es el Mejoramiento Permanente, lograron una producción de carne/há ampliamente superior al promedio de la zona alcanzado sobre campo natural (50kg carne equivalente/há en la zona Este).

Los sistemas forrajeros que incluyeron cultivos anuales permitieron diversificar la producción (producción de carne, heno y grano), aumentando sus ingresos ante condiciones favorables de precios.

El margen bruto/há fue mayor en aquellos sistemas de intensidad intermedia de uso del suelo (que en su rotación incluyeron praderas plurianuales), siendo menor en aquellos sistemas más intensivos debido a los altos costos productivos y en los sistemas menos intensivos a causa de una menor productividad.

En condiciones desfavorables de precios y costos de producción, los sistemas más intensivos fueron los que obtuvieron los menores márgenes brutos; mientras que en condiciones favorables los sistemas que presentaron los mayores márgenes fueron aquellos que poseyeron en su rotación praderas plurianuales.

3.5 RESUMEN

Los suelos sobre las Lomadas del Este (Argisoles y Planosoles) presentan un alto riesgo de erosión, degradación e infestación con Cynodon dactilon. Esta situación, sumada al ajustado margen económico logrado con ganadería extensiva sobre campo natural, y la falta de ofertas tecnológicas para la zona, para atender específicamente los problemas de sostenibilidad del recurso suelo en una perspectiva de intensificación de la producción ganadera, llevó a que en el año 1995 en la Unidad Experimental Palo a Pique del I.N.I.A Treinta y Tres, se instalara un experimento de larga duración comparando intensidades de uso del suelo contrastantes entre pasturas y cultivos forrajeros. La presente tesis compara resultados de producción vegetal y animal, en terminos físicos y económicos y de propiedades químicas y físicas del suelo, bajo 4 intensidades de uso del suelo, durante el período 1/3/96 al 31/3/98. El diseño experimental consistió en contar con todos los componentes de las diferentes alternativas de intensidad de uso, que se contrastan en el experimento al mismo tiempo sin repeticiones sincrónicas, pero con asignación aleatorizada a las distintas unidades experimentales al inicio del experimento. Por tratarse de información obtenida en tan solo 2 años de evaluación, no se realizó un análisis estadistico. Los tratamientos fueron 4 intensidades de uso del suelo: Mejoramiento de campo permanente (cobertura de gramíneas y leguminosas); Rotación Larga (2 años de doble cultivo anual y 4 años de pradera); Rotación Corta (2 años de doble cultivo anual y 2 años de pradera); Cultivo Continuo (doble cultivo anual). Las 3 últimas fueron realizadas aplicando la tecnología de siembra directa. La pastura fue utilizada con pastoreo directo en forma rotativa con vacunos (terneros y sobreaños de la raza Hereford, en etapa de recría y terminación). Las cargas se determinaron teniendo en cuenta el peso vivo de los animales, la digestibilidad estimada de la pastura y la ganancia diaria esperada (0.5kg/animal/día). Las variables evaluadas fueron las siguientes: propiedades físicas y químicas del suelo (densidad aparente, resistencia a la penetración, contenido de P, C y K, y pH); productividad física (producción vegetal: forraje en pie, heno y grano; producción animal: producción de came/há y ganancia de peso vivo); resultado económico (margen bruto y análisis de sensibilidad). De las propiedades físicas y químicas del suelo, fue el contenido de fósforo el único que mostró un comportamiento claro, aumentando al intensificarse el uso del suelo. La producción forrajera aumentó al intensificarse el uso del suelo (1996-1997: MP 5925, RL 7362, RC 9437, CC 9861; 1997-1998: MP 9950, RL 10907, RC 11040, CC 8111kg MS/há); lo anterior no se reflejó en el Cultivo Continuo en el período 1997-1998, debido a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de enfermedades (roya y mancha), al uso de variedades obsoletas y al efecto del pisoteo sobre el suelo causado por los animales. La producción de reservas forrajeras fue mayor en los sistemas con mayor contribución de cultivos forrajeros anuales de verano (1996-1997: RL 612, RC 1225, CC 4000; 1997-1998; RC 145, CC 4500kg MS/há). La producción de grano (trigo) se realizó únicamente en el año 1996 en las rotaciones Larga y Corta, en los verdeos consociados de cada sistema, alcanzando rendimientos promedios de 1900kg/há cosechada. La producción de carne/há aumentó al intensificarse el uso del suelo (1996-1997: MP 286, RL 303, RC 352, CC 336; 1997-1998; MP 343, RL 545, RC 608, CC 398kg carne/há), tomando valores ampliamente superiores al promedio de la zona alcanzado sobre campo natural, y la mayor contribución la realizaron los sobreaños a través de una mayor ganancia diaria. Ninguno de los 4 sistemas presentó pérdidas de peso vivo en la estación invernal. Las pasturas al ser realizadas en siembra directa permitieron la presencia por periodos prolongados de los animales sobre las mismas. debido a las buenas condiciones de "piso" capaces de soportar el pisoteo animal, sin

comprometer la productividad de la pastura. Buenas condiciones de "piso", cantidad y calidad de MS, y excelentes performances animal, permitieron lograr la terminación de los animales a los 2 y ½ años de edad, alcanzado pesos promedio de faena de 430kg/animal en sistemas exclusivamente pastoriles. El margen bruto/há fue mayor en aquellos sistemas de intensidad intermedia de uso del suelo, siendo menor en aquellos sistemas más intensivos debido a los altos costos productivos y en los sistemas menos intensivos a causa de una baja productividad.

4. CAPÌTULO 2: ENSAYO DE MEDIANA DURACIÓN "INTENSIDAD DE LABOREO Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN CULTIVOS FORRAJEROS"

4.1 INTRODUCCIÓN

Este ensayo fue realizado en la unidad experimental del sistema Cultivo Continuo perteneciente al ensayo de Intensidades de Uso del Suelo instalado en la Unidad Experimental Palo a Pique, del I.N.I.A. Treinta y Tres, situada a 12km de la ciudad de Treinta y Tres sobre la Ruta Nacional N°19, 7ª Sección policial.

El sorteo para la asignación de los tratamientos se realizó en 1995, y los mismos tratamientos se han mantenido desde entonces en las mismas unidades experimentales.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Descripción del ensayo.

El diseño experimental utilizado fue distinto según las variables analizadas: factorial de parcelas divididas o subdivididas (Parcelas Grandes, Intermedias y Menores), según sistema de laboreo y nivel de refertilización, con cuatro bloques al azar.

Los tratamiento mayores (Parcelas grandes) fueron diferentes intensidades de laboreo.

- a) Laboreo Intensivo (LI): 2 pasadas de excéntrica el 7/3 y 1 pasada de vibrocultivador el 25/3.
- b) Laboreo Reducido (LR): 1 pasada de excéntrica el 7/3 y 1 aplicación de 4.5 l/há de glifosato el 24/3.
- c) Siembra Directa (SD): únicamente 1 aplicación de 4.5 l/há de glifosato el 24/3.

Los tratamientos en las parcelas intermedias (Subparcelas) fueron diferentes niveles de fertilización con nitrógeno (0, 50, 100 y 150 unidades de N/há) aplicados al macollaje (25/4/97).

Los tratamientos menores (Sub-subparcelas) fueron diferentes niveles de refertilización con nitrógeno (0, 30 y 60 unidades de N/há) luego del primer y segundo pastoreo aplicados el 30/5 y el 10/7/97 respectivamente. Estas refertilizaciones se realizaron solamente en las parcelas con 0 y 150 unidades de N/há al macollaje.

Las dimensiones de las Parcelas Grandes, Intermedias y Menores son de 10m*40m, 10m*10m y 3.33m*10m respectivamente.

Mediante la utilización de una sembradora de cero laboreo de doble disco el día 26/3/97 se sembró un cultivo de Avena sativa variedad 1095a, a razón de 110 kg./há de semilla y la fertilización basal fue de 150 kg de 25-25-0.

El ensayo fue pastoreado en forma directa con sobreaños y terneros Hereford. Los períodos de pastoreo fueron del 16 al 27/5, del 27/6 al 11/7 y del 22/8 al 1/9, a una carga instantánea de 7.327, 9.08 y 10.197 UG/há respectivamente.

En el anexo se presentan los Croquis Nº2 y 3, explicativos del diseño.

4.2.2 Variables evaluadas.

Se compararon las tres intensidades de laboreo y su interacción con la fertilización nitrogenada aplicada al macollaje y posterior a cada pastoreo: 1) propiedades químicas y físicas del suelo; 2) establecimiento del cultivo (avena); 3) porcentaje de restos secos sobre la superficie del suelo; 4) producción de materia seca (en kg/há) y utilización (en kg/há y en %).

La metodología y los instrumentos usados para la toma de muestras fueron los mismos que se emplearon en el ensayo de Intensidades de Uso del Suelo, descripto en el capítulo Nº1, pero, para las mediciones de la Resistencia a la Penetración realizadas el 12/6 y el 22/10, a diferencia de la realizada el 14/8 en el ensayo de Larga Duración, la profundidad de muestreo fue de 30cm y se empleó el penetrómetro de cono con punta Nº4, con un ángulo de 30°, para la primer fecha y una profundidad de muestreo de 40cm y punta Nº2, con un ángulo de 30°, para la segunda fecha. Ver Cuadros Nº32, 33 y 34 del anexo.

Para una mejor presentación de las variables evaluadas y de los resultados obtenidos, la información se ordenó cronológicamente según fecha de muestreo.

El 25/3/97, coincidiendo con la siembra del cultivo, se tomaron 10 muestras de suelo a nivel de parcelas, para la determinación de las **propiedades químicas** (pH, %C. Org., N-NO3, P Bray I y K); las muestras correspondieron a una profundidad de muestreo de 15cm.

El 19/4, se determinó el número de <u>plantas establecidas</u> 15 días postemergencia, mediante el conteo de plantas en cuadros de 20*50cm tirados al azar en cada parcela intermedia.

El 24/4, coincidiendo con el macollaje del cultivo, se tomaron muestras de suelo a nivel de parcelas, para la determinación de las **propiedades químicas** (pH, %C. Org., N-NO3 y P Bray I); las muestras correspondieron a una profundidad de muestreo de 15cm, y las mismas se dividieron en tres estratos (0-2.5, 2.5-5 y 5-15cm). También se midió el **porcentaje de cobertura del suelo por restos secos** en superficie a nível de parcela, mediante la determinación del área ocupada por residuos a lo largo de una regla de un metro de longitud (método de Hartwing y Laflen).

En el mes de mayo se realizaron los muestreos de: <u>materia seca disponible previo al primer pastoreo</u> (14/5) a nivel de parcelas intermedias; <u>materia seca rechazada</u> (29/5) a nivel de parcelas intermedias; y el muestreo de suelos (4 muestras) para la determinación de <u>nitratos</u> (30/5) a nivel de parcelas intermedias. Los resultados del contenido de nitratos pertenecen a la profundidad de 0-15cm, dividida en dos estratos (0-5 y 5-15cm).

Con los resultados de materia seca disponible y rechazada, se calculó la <u>materia seca</u> <u>utilizada</u> y el <u>porcentaje de utilización</u>, a nivel de parcela intermedia.

En el mes de junio se tomaron muestras para: la determinación de las <u>propiedades</u> <u>físicas</u> (densidad aparente y resistencia a la penetración, 3 muestras para cada una) a nivel de parcelas grandes (12/6); <u>materia seca disponible al segundo pastoreo</u> (26/6), y <u>contenido de materia seca</u> en el forraje verde disponible, a nivel de parcelas menores.

El 10/7, se tomaron muestras a nivel de parcelas menores para la determinación de: materia seca rechazada y el contenido de <u>nitrato</u> en el suelo. Posteriormente se calculó los kg de <u>materia seca utilizada</u> y el <u>porcentaje de utilización</u>, de la misma forma que el realizado en el primer pastoreo.

El 21/8, se tomaron muestras de <u>materia seca</u> para determinar el <u>disponible al tercer</u> <u>pastoreo</u> y <u>contenido de materia seca</u> en el forraje verde disponible, a nivel de parcelas menores.

Finalmente el 21/10, se muestrearon las parcelas para determinar las mismas **propiedades físicas** que fueron determinadas el 12/6, pero por un problema operativo, para la determinación de la densidad aparente se muestrearon únicamente los tratamientos de LI y SD pertenecientes a los bloques N°2, 3 y 4.

4.2.3 Análisis estadístico.

Los principales resultados del análisis se utilizaron para la elaboración de cuadros de ANOVA que se encuentran en el anexo del Cuadro N°34 al 71.

La suma de cuadrados de los tratamientos se abrió en contrastes ortogonales de un grado de libertad. La diferencia mínima significativa, se utilizó solamente como una medida del error experimental.

Las medias de las tres intensidades de laboreo (parcelas grandes) se compararon mediante los contrastes que, generalmente fue siembra directa versus el promedio de laboreo intensivo y laboreo reducido, y laboreo intensivo versus laboreo reducido.

A las variables medidas a nivel de parcelas intermedias se les realizaron contrastes de intensidades de laboreo, de niveles de nitrógeno aplicados al macollaje (N1) y de la interacción de intensidades de laboreo*N1. Los contrastes de niveles de nitrógeno aplicados al macollaje fueron:

Contraste 1: N0 vs otros.

Contraste 2: N50 vs el promedio de N100 y N150.

Contraste 3: N100 vs N150.

Los contrastes para evaluar la interacción laboreo * N1 (6 contrastes) resultaron de la combinación de los 2 de intensidad de laboreo por los 3 de N1.

A las variables medidas a nivel de parcelas menores se les realizaron contrastes de intensidades de laboreo, de N1, de niveles de nitrógeno aplicados luego del 1º y 2º pastoreo (N2), y de las interacciones de intensidades de laboreo*N1, de intensidades de laboreo*N2, de N1*N2 y de intensidades de laboreo*N1*N2. Los contrastes de los niveles de nitrógeno aplicados luego del 1º y 2º pastoreo fueron: Contraste 1: N0 vs el promedio de N30 y N60.

Contraste 2: N30 vs N60.

Los contrastes para evaluar la interacción laboreo * N2 (4 contrastes) resultaron de la combinación de los 2 de intensidad de laboreo por los 2 de N2. Los de N1*N2 (6 contrastes) resultaron de la combinación de los 3 de N1 por los 2 de N2. Mientras que los contrastes de laboreo*N1*N2 (12 contrastes) resultaron de la combinación de los 2 de intensidad de laboreo por los 3 de N1 por los 2 de N2.

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1 Balance hídrico 1997.

En la Figura Nº6, se presentan los resultados del balance hídrico en la Unidad Experimental Palo a Pique para el año 1997, construido con los criterios utilizados por Roel (1997).

Balance hídrico 1997.

200
100
-100
-100
-200
Deficit
Excesos

pp efectiva (mm/mes)
 ETO (mm/mes)

Figura Nº6: Balance hídrico 1997 de la Unidad Experimental Palo a Pique.

Se puede apreciar que existió un balance hídrico negativo durante la mayor parte del año, y excesos en los meses de junio, agosto y diciembre. Los efectos del balance hídrico sobre las variables analizadas serán considerados al describir las mismas.

Al realizar un análisis comparativo entre el balance hídrico de 1997 con el promedio histórico (Figura Nº1 del anexo) se apreció la existencia de déficit en los meses de julio y setiembre cuando históricamente ocurren excesos, y exceso en diciembre cuando históricamente ocurre déficit.

Con respecto a la temperatura, al realizar la comparación entre el promedio histórico (Cuadro Nº1 del anexo) y los registros del año 1997 (Roel, 1997) se observó que el período invernal registró valores de temperatura mínima sensiblemente superiores en aproximadamente 2ºC al promedio histórico.

En la Figura N°2 del anexo se presenta la información concerniente a los días en que ocurrieron las precipitaciones, la cantidad precipitada en cada lluvia y los días durante los cuales se desarrollo el pastoreo. El objetivo de este cuadro es visualizar el efecto de las precipitaciones sobre las condiciones de "piso" para el pastoreo de los animales.

4.3.2 Propiedades químicas del suelo a la siembra.

4.3.2.1 Fósforo.

Al analizar el contenido de fósforo (P2O5), se observó que existió diferencias significativas al 6.2% al comparar el tratamiento bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos bajo laboreo, a su vez no existió diferencias significativas entre estos dos últimos. Sin embargo estos niveles encontrados fueron suficientes para la instalación del cultivo, que según Casanova (1998) es de 10ppm para los verdeos de invierno.

La Figura N°7, muestra que existió un comportamiento inverso entre el contenido de fósforo disponible en el suelo y la intensidad de laboreo, concordando con los resultados obtenidos por Bascans y Guerra, 1992; Griffith et al 1992; Hansen y Zeljkovich, 1982; Marchesi et al, 1997; Rizzardi, 1995 y Thomas, 1995.

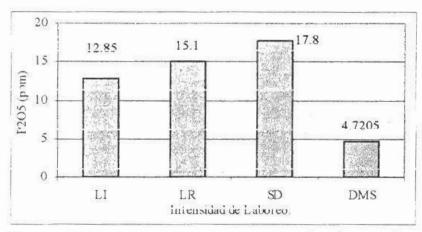


Figura Nº7: Niveles de fósforo a la siembra según Intensidad de Laboreo.

Los factores que explican estos resultados son básicamente dos, historia de chacra (a través de los cultivos antecesores y la intensidad de laboreo) y la profundidad de muestreo del suelo. Las fertilizaciones fosfatadas de los cultivos antecesores fueron realizadas con altas dosis (Invierno 1995: 80 unidades de P2O5; Verano 1995-1996: 20 unidades; Invierno 1996: 35 unidades; Verano 1996-1997: 25 unidades), lo que a través de la residualidad del fertilizante, permitieron obtener estos niveles de fósforo disponible.

Por el lado de la intensidad de laboreo la mayor disponibilidad bajo siembra directa se debió a la permanencia de los residuos sobre la superficie y a la no incorporación del fertilizante aplicado, mientras que en el laboreo intensivo la menor disponibilidad se debió a que, según lo afirman Beherens y Coubrough (1994) y Sá (1995), la remoción del suelo proporciona mayor superficie de contacto entre iones de fosfatos y los coloides, direccionando el fósforo en el sentido de la adsorción por estos últimos, reduciendo su disponibilidad debido a la acción de los mecanismos que causan su retención. Además existen pérdidas de fósforo a través de la erosión. El laboreo reducido presentó efectos intermedios entre los tratamientos analizados anteriormente.

4.3.2.2 Disponibilidad de nitratos.

En la Figura N°8, se representan los niveles de nitratos (N-NO3) en el suelo a la siembra del verdeo según cada intensidad de laboreo. Al comparar el sistema bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos con laboreo, se encontró diferencias significativas al 11.95%, tomando menor valor el sistema bajo siembra directa. A su vez comparando los tratamientos con laboreo se observó diferencias significativas al 1.85%.

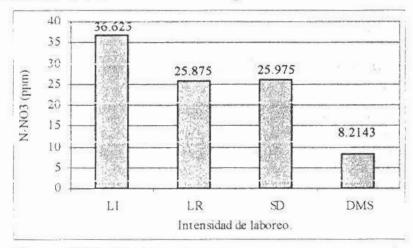


Figura N°8: Niveles de nitratos a la siembra según Intensidad de Laboreo.

El contenido de nitratos en el suelo para las tres intensidades de laboreo alcanzó valores altos con relación al nivel crítico para las gramineas anuales que según lo menciona Casanova (1998) es de 25ppm de N-NO3. El régimen hídrico imperante durante todo el verano y al momento de la siembra se caracterizó por un marcado déficit, lo que produjo acumulación de nitratos, y por lo tanto, mayor disponibilidad de nitrógeno para el cultivo.

4.3.2.3 Carbono Orgánico.

Al comparar el contenido del carbono orgánico (%) entre las diferentes intensidades de laboreo se apreció un aumento del mismo al disminuir la intensidad de laboreo (Figura Nº9), con diferencias significativas al 0.15% cuando se comparó el tratamiento bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos laboreados, y con diferencias significativas al 2.89% cuando se compararon los tratamientos con laboreo entre si. Estos resultados concuerdan con los esperados luego de dos años bajo uso intensivo como lo mencionan Ernst y Siri, 1997; Terra y García Préchac, 1997; Garibaldi et al, 1995; Marchesi et al, 1997 y Martino, 1995.

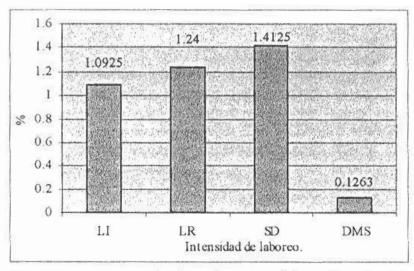


Figura Nº9: Porcentaje de carbono orgánico a la siembra según Intensidad de Laboreo.

4.3.2.4 Potasio.

Los valores del contenido de potasio (K2O) del suelo mostraron la misma tendencia que la encontrada en los valores de fósforo, es decir, la disponibilidad aumentó al disminuir la intensidad de laboreo (LI: 0.245; LR: 0.250; SD: 0.295meq/100g), concordando con Thomas (1995). Sin embargo al compararse las intensidades de laboreo entre sí no se encontró diferencias significativas.

4.3.2.5 pH.

Los valores del pH del suelo (LI: 5.175; LR: 5.2; SD: 5.15) no mostraron diferencias significativas entre los sistemas de laboreo, no concordando con los resultados esperables, que según Bordoli (1998) y Martino (1997) sería una mayor acidez en aquellos suelos con varios años de manejo bajo siembra directa, a causa de los procesos microbianos de transformación de la materia orgánica acumulada y subsecuente lavado de los resultantes ácidos orgánicos. Los resultados obtenidos se pueden deber a que la corta edad de instalado el experimento no permitió que se generara esta acidificación diferencial.

4.3.3 Implantación del cultivo.

Al medir la implantación del cultivo (15 días postemergencia) a través del número de plantas/m2 (Figura N°10), se observó diferencias significativas al 11% a favor de la siembra directa con relación a las intensidades de laboreo intensivo y laboreo reducido, no encontrándose diferencias entre estas dos últimas intensidades. Los resultados anteriormente mencionados no concuerdan con los esperables según lo menciona Martino (1997), que serían obtener menor número de plantas bajo siembra directa.

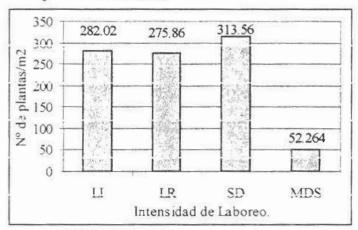


Figura Nº10: Número de plantas/m2 15 días postemergencia según Intensidad de Laboreo.

Estos resultados estarian explicados por las condiciones climáticas imperantes al momento de la siembra, donde predominó un déficit hídrico, que en el caso de la siembra directa se ve atenuado debido a la permanencia del rastrojo y al no laboreo del suelo; el efecto de la siembra directa sobre el contenido de agua en el suelo fue corroborado en trabajos realizados por García Préchac (1997); Ernst (1997) y Martino (1997).

Cabe mencionar que estas poblaciones superan a la población recomendada por la Cátedra de Forrajeras de la E.E.M.A.C. (Facultad de Agronomía) para un cultivo de avena sembrado temprano en el otoño, siendo dicha población de 250 plantas/m2.

4.3.4 Rastrojo en superficie.

Al comparar el porcentaje de cobertura del suelo por restos secos a los 20 días postemergencia, se encontró diferencias entre las intensidades de laboreo. Estas diferencias fueron significativas al 0,01%, cuando se comparó siembra directa en relación a los otras dos intensidades. Entre el laboreo reducido y el laboreo intensivo, la diferencia fue significativa al 5,18%.

Los resultados concuerdan con los conceptos mencionados por García Préchac (1997) y Martino (1994b), los que señalan a la siembra directa como una herramienta importante cuando el objetivo es reducir la erosión del suelo. Allmaras et al (1991) y ASAE (1989), citados por García Préchac (1997), consideran que una intensidad de laboreo es conservacionista cuando deja un 30% o más de la superficie cubierta por residuos a la siembra, siendo este porcentaje

ampliamente superado por la siembra directa en este ensayo, no ocurriendo lo mismo bajo las otras dos intensidades de laboreo. Figura Nº11.

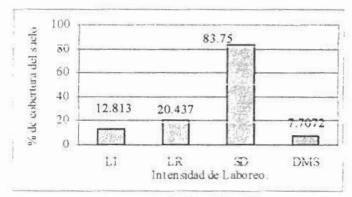


Figura Nº11: Porcentaje de cobertura del suelo por restos secos 20 días postemergencia según Intensidad de Laboreo.

4.3.5 Propiedades químicas del suelo al macollaje.

4.3.5.1 Fósforo.

Las disponibilidades de fósforo (P2O5) (FiguraNº12), en los primeros 2.5cm de profundidad mostraron diferencias significativas al 0.03% a favor de la siembra directa respecto al promedio de las intensidades de laboreo intensivo y laboreo reducido, y presentaron diferencias significativas al 14.35% cuando se compararon los tratamientos de laboreo entre si (LI: 12.7ppm; LR: 19.375ppm; SD: 41.375).

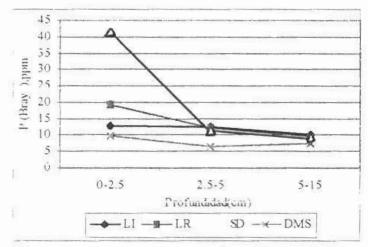


Figura Nº12: Niveles de fósforo al macollaje a distintas profundidades del suelo según Intensidad de Laboreo.

Por debajo de los 2.5cm de profundidad no existieron diferencias.

A su vez comparando los tres tratamientos de laboreo, se observó que la disponibilidad de fósforo en los primeros 5cm. de profundidad del suelo supera el nivel mínimo (Castro et al 1981) requerido por la avena, que según Casanova (1998) es de 10ppm.

El resultado obtenido muestra claramente la estratificación de nutrientes poco móviles como los fosfatos, resultando en una acumulación superficial en aquellos sistemas conservacionistas, especialmente la siembra directa, a causa de la falta de incorporación de los fertilizantes fosfatados al suelo y por la acumulación de restos orgánicos en superficie. Mientras que para los tratamientos laboreados, especialmente el laboreo intensivo, ocurre la homogeinización del fósforo en todo el perfil de suelo laboreado. Resultados similares obtuvieron Bascans y Guerra, 1992; Griffith et al. 1992; Hansen y Zeljkovich, 1982; Marchesi et al. 1997; Rizzardi, 1995 y Thomas, 1995.

Según Bordoli (1997; 1998), esta acumulación del fósforo cerca de la superficie en la siembra directa, puede resultar en una menor disponibilidad para las plantas dada la mayor probabilidad de condiciones secas del suelo sobre la superficie, dependiendo no solamente de las condiciones climáticas, sino que también y en gran medida de la cantidad y tipo de residuos en superficie que afectarán la tasa de evaporación.

Rizzardi (1995) indica que una forma de compensar esta menor disponibilidad es que las plantas tengan mayor densidad radicular en los primeros centímetros de profundidad del suelo.

4.3.5.2 Disponibilidad de nitratos.

Con respecto al contenido de nitratos (N-NO3) (Figura Nº13), se observó que no existieron diferencias significativas en los primeros 2.5cm de profundidad del suelo al comparar las diferentes intensidades de laboreo (L1: 38.42ppm; LR: 39.3ppm; SD: 38.1ppm).

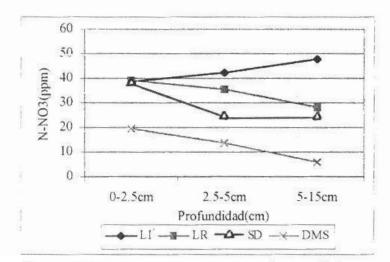


Figura Nº13: Niveles de nitratos al macollaje a distintas profundidades del suelo según Intensidad de Laboreo.

En la profundidad de 2.5-5cm se observó diferencias significativas al 2.41% entre el sistema bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos con laboreo (LI: 42.32ppm; LR: 35.4ppm: SD: 24.52ppm), no encontrándose diferencias entre los tratamientos con laboreo.

También se apreció diferencias en la profundidad de 5-15cm (LI: 47.8ppm; LR: 28.1ppm; SD: 24.7ppm), siendo significativas al 0.07% cuando se comparó la siembra directa con relación al promedio de los tratamientos laboreados, y con diferencias significativas al 0.02% cuando se compararon los tratamientos con laboreo entre sí. Cabe aclarar que estas diferencias entre la disponibilidad de nitratos bajo siembra directa respecto al promedio de los tratamientos laboreados están explicadas fundamentalmente por la alta disponibilidad en el laboreo intensivo, pues si comparamos el contenido de nitratos entre siembra directa y el laboreo reducido se observan valores similares.

Estos niveles de nitratos encontrados en las tres intensidades de laboreo y en las diferentes profundidades de muestreo son superiores al nivel crítico citado por Casanova (1998) mencionado anteriormente, para el desarrollo de la avena. La concentración de nitratos es explicada por una alta tasa de mineralización, favorecida por las condiciones de humedad y temperaturas ocurridas entre la siembra y el macollaje del cultivo.

En la profundidad de 0-2.5cm la disponibilidad de nitratos en el tratamiento bajo laboreo intensivo se explica por una mayor tasa de mineralización de la materia orgánica respecto al tratamiento bajo siembra directa, ya que se alcanzan similares valores partiendo de un menor contenido de carbono orgánico en el laboreo intensivo y mayor en el tratamiento bajo siembra directa.

En la profundidad de 2.5-5cm la menor disponibilidad de nitratos en siembra directa respecto a los tratamientos con laboreo, se explica por un menor contenido de carbono orgánico (SD: 1.337% versus el promedio de los laboreos 1.556%) y condiciones ambientales más limitantes para la mineralización.

Finalmente, en la profundidad de 5-15cm las diferencias entre las disponibilidades están dadas por el efecto del laboreo sobre las condiciones ambientales en las que se produce la mineralización, siendo éstas más favorables bajo laboreo intensivo y menos favorables bajo siembra directa, ya que no se apreciaron diferencias en el contenido de carbono orgánico para esa profundidad.

Al analizar la disponibilidad de nitratos a las diferentes profundidades de muestreo se apreció una mayor variabilidad para la siembra directa (disminuyendo la disponibilidad al aumentar la profundidad) y menor variabilidad para el laboreo intensivo (aumentando la disponibilidad al aumentar la profundidad), siendo intermedia para el laboreo reducido. Esto muestra claramente el efecto de la estratificación de nutrientes bajo siembra directa y un estado de fertilidad relativamente homogéneo hasta la profundidad de laboreo en los tratamientos bajo laboreo, coincidiendo con lo mencionado por Rizzardi (1995).

4.3.5.3 Carbono Orgánico.

Al comparar el contenido de carbono orgánico (%) (Figura Nº14), en la profundidad de muestreo de 0-2.5cm entre las diferentes intensidades de laboreo se apreció un aumento del mismo al disminuir la intensidad de laboreo (Ll: 1.335%; LR: 1.752%; SD: 2.39%), con diferencias significativas al 0.42% cuando se comparó el tratamiento bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos laboreados, y con diferencias significativas al 10.36% cuando se compararon los tratamientos de laboreo entre sí.

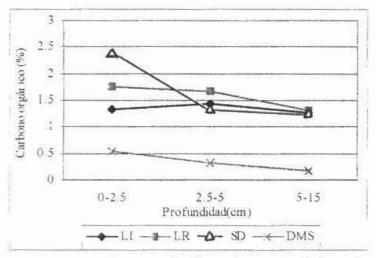


Figura Nº14: Porcentaje de carbono orgánico al macollaje a distintas profundidades del suelo según Intensidad de Laboreo.

En la profundidad de muestreo de 2.5-5cm también se encontraron diferencias entre las intensidades de laboreo, siendo significativas de 10.06% cuando comparó el tratamiento bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos laboreados, y con diferencias significativas al 14% cuando se compararon los tratamientos de laboreo entre sí.

A diferencia de los resultados anteriormente mencionados, en la profundidad de 5-15cm no se encontró diferencias significativas entre las intensidades de laboreo, siendo los valores del contenido de carbono orgánico de 1.255, 1.315 y 1.2375% para laboreo intensivo, laboreo reducido y siembra directa respectivamente.

Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Ernst y Siri (1997), Marchesi et al. (1997) y Rizzardi (1995), que determinaron que con la no incorporación de los restos vegetales al suelo se genera una acumulación superficial en los primeros centimetros de éste, mientras que, al aumentar la intensidad de laboreo se genera una redistribución del carbono orgánico a través del perfil del suelo.

4.3.5.4 pH.

Al comparar el pH del suelo entre la intensidad de laboreo bajo siembra directa y el promedio de los tratamientos laboreados no se encontraron diferencias significativas a ninguna profundidad de muestreo. Si se encontraron diferencias al comparar el laboreo intensivo con relación al laboreo reducido en las profundidades de muestreo de 2.5-5cm y de 5-15cm con diferencias significativas al 13.18 y 10.34% respectivamente.

Los valores medidos a la profundidad de 0-2.5cm. fueron 5.275, 5.275 y 5.225 para los tratamientos de siembra directa, laboreo reducido y laboreo intensivo respectivamente (MDS: 0.099); para la profundidad de 2.5-5cm. fueron 5.3, 5.275 y 5.15 para los mismos tratamientos de laboreo (MDS: 0.1754) y a la profundidad de 5-15cm. el pH tomó valores de 5.425, 5.425 y 5.275 (MDS: 0.1913). Figura N°15.

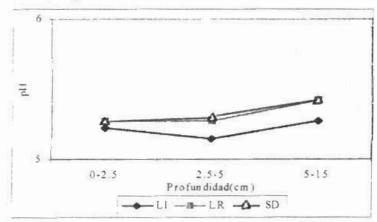


Figura N°15: Efecto de las tres intensidades de laboreo en el pH del suelo al macollaje a distintas profundidades según Intensidad de Laboreo.

Estos resultados no concuerdan con los resultados esperables como fueron citados al analizar esta variable al momento de la siembra. Los resultados obtenidos se deben a que la corta edad de instalado el experimento no permitió que se generara una acidificación diferencial.

4.3.6 Materia seca al primer pastoreo.

4.3.6.1 Materia Seca Disponible.

Con respecto a la materia seca disponible (kg MS/há), se encontró diferencias significativas al 12.35% al comparar el sistema bajo siembra directa respecto al promedio de los tratamientos laboreados, siendo mayor la producción en el primer sistema, mientras que no existió diferencias al comparar los tratamientos laboreados entre sí. (Figura Nº16).

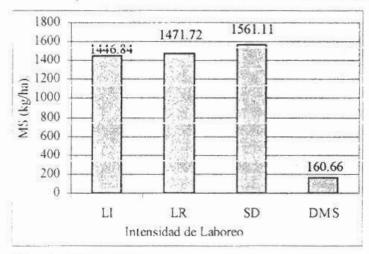


Figura Nº16: Materia seca disponible al primer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

La posible explicación sería la mayor población de plantas en el sistema bajo siembra directa capaz de aprovechar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, la cual fue alta en las tres intensidades de laboreo.

Al comparar los diferentes tratamientos de aplicación de nitrógeno, independientemente de la intensidad de laboreo, no se apreciaron diferencias entre no aplicar nitrógeno y cualquier otro tratamiento de fertilización, como tampoco se encontró respuestas a la fertilización nitrogenada, explicada por la alta disponibilidad de nitratos determinados a la siembra y al macollaje del verdeo, sumado a la falta de precipitaciones inmediatamente después de haberse realizado la fertilización. Figura Nº17.

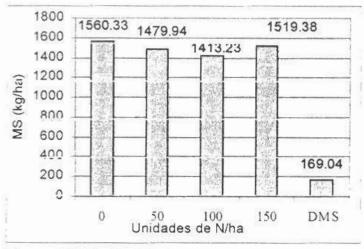


Figura Nº17: Materia seca disponible al primer pastoreo según nivel de fertilización al macollaje.

Finalmente, aunque se encontro diferencias significativas al 7.56% cuando se comparó la fertilización nitrogenada con 100 y 150 unidades de nitrógeno con relación a la siembra directa frente a los tratamientos con laboreo, esto no tiene explicación agronómica muy lógica. El aumento de la disponibilidad de materia seca (respuesta a la fertilización) al pasar de una fertilización de 100 a 150 unidades de nitrógeno fue mayor bajo siembra directa, obteniéndose 1382kg de MS/ha cuando se fertilizó con 100 unidades de nitrógeno y 1703 cuando se fertilizó con 150 unidades.

4.3.6.2 Materia Seca Disponible considerando solamente las parcelas 0 y 150 unidades de N/há.

El hecho de haberse muestreado la materia seca rechazada en las subparcelas pertenecientes a las dosis de 0 y 150 unidades de N/há (que se presentará más adelante) conlleva a que el cálculo de materia seca utilizada y porcentaje de utilización de la materia seca, se realice en base a las subparcelas de las mismas dosis.

Con respecto a la MS disponible (Figura N°18), se encontró diferencias significativas al 3.18% al comparar el sistema bajo siembra directa respecto al promedio de los tratamientos laboreados, siendo mayor la producción en el primer sistema, mientras que no existió diferencias al comparar los tratamientos laboreados entre sí. La posible explicación sería la mayor población de plantas en el sistema bajo siembra directa capaz de aprovechar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo la cual fue alta en las tres intensidades de laboreo.

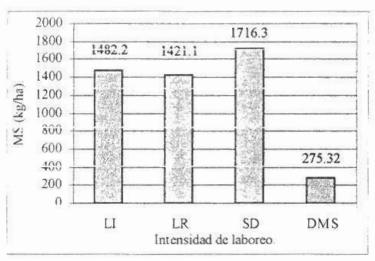


Figura Nº 18: Materia seca disponible al primer pastoreo según Intensidad de Laboreo considerando solamente las parcelas fertilizadas con 150 unidades de N/há y las parcelas no fertilizadas.

Al comparar el tratamiento sin fertilizar frente al tratamiento donde se aplicó 150 unidades de N/há no se encontró diferencias, explicados por las mismas causas del item anterior.

4.3.6.3 Materia Seca Utilizada.

Con respecto a la materia seca utilizada (kg MS/há) se apreció diferencias significativas al 1% entre la intensidad bajo siembra directa respecto al promedio de los tratamientos con laboreo, mientras que las diferencias entre estos dos últimos fueron significativas al 15.42%.

En la Figura N°19, se aprecia que la utilización aumentó al disminuir la Intensidad de Laboreo.

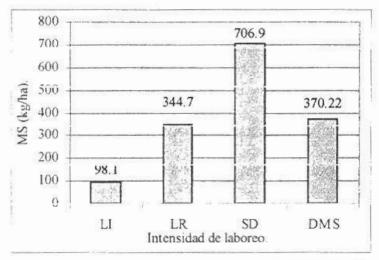


Figura Nº19: Materia seca utilizada (kg/há) al primer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Este comportamiento puede ser explicado por un menor efecto del pisoteo en siembra directa respecto a las demás intensidades de laboreo lo que provocó una mayor utilización de la materia seca disponible, corroborando lo mencionado por García Préchac (1996); Amarante et al. (1996); y Terra y García Préchac (1997), que sostienen que bajo siembra directa el suelo presenta una mayor resistencia al ahuellamiento. Este efecto de la siembra directa sobre las mejores condiciones de "piso" se vio acentuado porque durante el período de pastoreo fue donde ocurrieron las precipitaciones del mes de mayo (66.5mm entre el 19 y el 22 de mayo).

Cuando se comparó la materia seca utilizada según el nivel de fertilización al macollaje, no se encontraron diferencias entre no fertilizar y aplicar 150 unidades de N/há. Figura N°20.

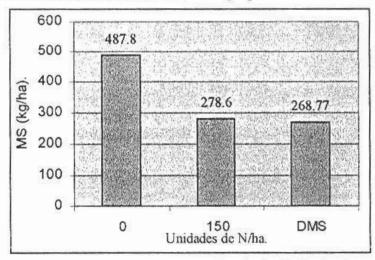


Figura N°20: Materia seca utilizada (kg/há) al primer pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Finalmente, al realizar la comparación de la interacción entre los niveles de fertilización al macollaje y los tratamientos con laboreo entre sí, no se apreció diferencias significativas.

En la Figura N°21, se representan los porcentajes de materia seca utilizada al primer pastoreo según la intensidad del laboreo. En ella se aprecia que el porcentaje de utilización aumentó al disminuir la intensidad de laboreo.

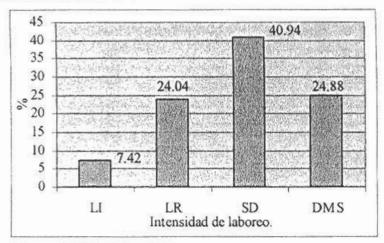


Figura N°21: Materia seca utilizada (%) al primer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Se apreció diferencias significativas al 2.88% entre la intensidad bajo siembra directa respecto al promedio de los tratamientos con laboreo, mientras que las diferencias entre estos dos últimos fueron significativas al 15.33%.

Cuando se comparó la materia seca utilizada (%) según el nivel de fertilización al macollaje, se encontró diferencias significativas al 13.61% entre no fertilizar y aplicar 150 unidades de nitrógeno/há., siendo la primera mayor en los tratamientos sin fertilizar. Figura N°22.

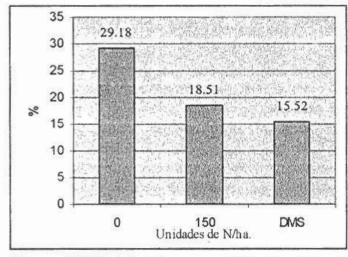


Figura N°22: Materia seca utilizada (%) al primer pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Las causas que determinaron las diferencias encontradas en el porcentaje de MS utilizada podrían ser las mismas que explican la utilización en kg de MS.

4.3.7 Contenido de nitratos en el suelo después del primer pastoreo.

El contenido de nitratos (N-NO3) en el suelo después del primer pastoreo mostró diferencias significativas al 6.78% en los primeros 5cm. de profundidad del suelo, en detrimento del sistema bajo siembra directa con relación a las intensidades de laboreo intensivo y laboreo reducido (LI: 19.512; LR: 18.55; SD: 13.75ppm), a su vez no se encontró diferencias entre estas últimas. Figura Nº 23.

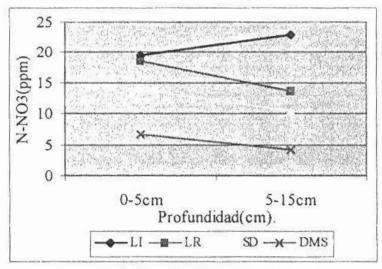


Figura N°23: Niveles de nitratos posterior al primer pastoreo a distintas profundidades del suelo según Intensidad de Laboreo.

En la profundidad de 5-15cm, se observó diferencias significativas al 0.18% al comparar el sistema de siembra directa respecto a las intensidades de laboreo intensivo y laboreo reducido (LI: 22.98; LR: 13.7; SD: 10.35ppm), y a su vez entre éstas, diferencias significativas al 0.17%.

Las diferencias encontradas estarían explicadas por dos factores, la mayor producción de MS lograda en el sistema bajo siembra directa con relación a los tratamientos laboreados, la cual posiblemente realizó una mayor extracción de los nitratos presentes en el suelo. El segundo factor serían las condiciones ambientales limitantes, fundamentalmente la falta de precipitaciones, que podrían haber afectado negativamente el proceso de mineralización.

Al comparar el contenido de nitratos en los primeros 5cm de profundidad respecto a la aplicación de nitrógeno al macollaje, independientemente de la intensidad de laboreo, se observó diferencias significativas al 0.01% entre no aplicar y aplicar 150 unidades/há. Se encontró mayor contenido de nitratos en los tratamientos con aplicación de 150 unidades/há (0: 7.267; 150: 27.275ppm). Figura N°24.

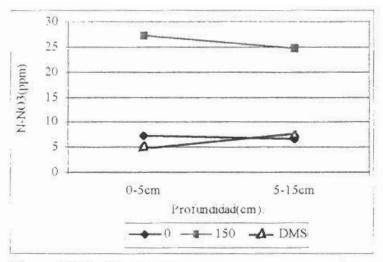


Figura N°24: Niveles de nitratos posterior al primer pastoreo a distintas profundidades del suelo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

En la profundidad de 5-15cm se observó diferencias significativas al 0.04% entre las diferentes dosis, al igual que lo que sucedió en los primeros 5cm de profundidad, tomando valores de 6.583ppm en la no fertilización y 24.775ppm en la fertilización con 150 unidades de nitrógeno/há.

Posiblemente la mayor dosis aplicada en los tratamientos con 150 unidades/há, sumado a las condiciones ambientales, no permitieron la acción de los procesos de pérdida de nitratos.

Finalmente al analizar la interacción de los niveles de fertilización al macollaje e intensidad de laboreo no se encontraron diferencias en ninguna de las dos profundidades de muestreo del suelo.

4.3.8 Propiedades físicas del suelo después del primer pastoreo.

4.3.8.1 Resistencia a la Penetración.

En siembra directa hubo una mayor resistencia a la penetración en comparación a las restantes intensidades de laboreo, encontrándose diferencias significativas al 0.01% en la profundidad de 0-5cm y significativas al 0.45% en la profundidad de 5-10cm. No se encontraron diferencias entre el laboreo intensivo y el laboreo reducido a estas dos profundidades.

En la profundidad de 10-15cm no se encontraron diferencias significativas entre las tres intensidades de laboreo. Sin embargo, de 15 a 20cm y de 20 a 25cm de profundidad se invirtió la tendencia, mostrando más resistencia el laboreo intensivo y menor la siembra directa, las diferencias entre siembra directa y el promedio de los tratamientos laboreados fueron significativas al 10.49% y 6.65% en ambas profundidades respectivamente, no encontrándose diferencias entre los tratamientos laboreados. Finalmente en la profundidad de 25-30cm no se evidenciaron diferencias entre las tres intensidades de laboreo. Figura N°25.

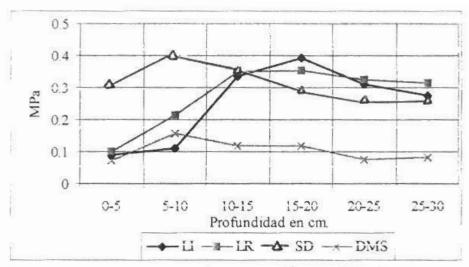


Figura N°25: Resistencia a la penetración en el perfil del suelo posterior al primer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

La causa que explica la mayor resistencia a la penetración en los primeros 10cm de profundidad bajo siembra directa con relación a los tratamientos laboreados, es la no remoción del suelo, mientras que en los tratamientos laboreados se aprecia claramente el efecto del laboreo sobre la reducción de la resistencia a la penetración.

Por debajo de los 10cm de profundidad la siembra directa disminuye su resistencia a la penetración, siendo incluso, en la profundidad de 15-25cm, menor a los tratamientos laboreados. A su vez se puede observar un notorio aumento de la resistencia en los tratamientos laboreados al pasar de 10 a 20cm (mayor aumento en el laboreo intensivo), debido al pasaje de los implementos utilizados para el laboreo, creando una capa compactada ("suela de arada" o "piso de laboreo"). Por debajo de esta profundidad la resistencia a la penetración comienza a disminuir llegando a obtenerse valores similares en los tres tratamientos de laboreo a los 30cm de profundidad, explicado por la ausencia del laboreo en ésta profundidad, concordando con lo mencionado por Rizzardi (1995) y por resultados obtenidos por Behrens y Coubrough (1994) y Blanco et al. (1996) en el primer año de instalado este ensayo.

4.3.8.2 Densidad Aparente.

Los valores de densidad aparente no fueron significativamente diferentes en las tres Intensidades de Laboreo. Figura Nº26.

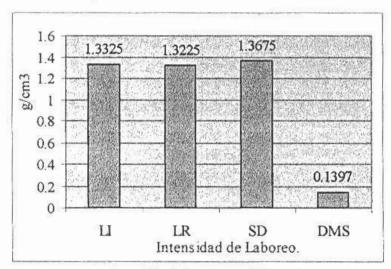


Figura N°26: Densidad Aparente del suelo posterior al primer pastoreo según Intensidad de laboreo.

Según Ellis et al. (1977), citados por Behrens y Coubrough (1994), existe una alta y significativa correlación positiva entre la media de la densidad aparente y la media de la resistencia a la penetración, por lo cual los valores determinados no concuerdan con este concepto, ya que para la profundidad en la que fue determinada la densidad aparente existió diferencias en la resistencia a la penetración entre el tratamiento de siembra directa con relación al promedio de los tratamientos laboreados, siendo dicha resistencia mayor en siembra directa. La no existencia de dicha correlación se debió a errores experimentales ocurridos durante la toma de las muestras del suelo.

Finalmente, al analizar el contenido de agua volumétrico en el suelo se observó una tendencia creciente del mismo al aumentar la Intensidad de Laboreo. Sin embargo, las diferencias entre los tres tratamientos de laboreo no fueron significativas. Figura N°27.

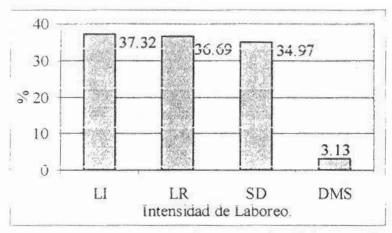


Figura N°27: Contenido de agua volumétrico en el suelo posterior al primer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

La causa de estos resultados sería la precipitación ocurrida una semana antes de la toma de muestras del suelo, la cual alcanzó 48.7mm, por lo cual el suelo se encontraría a capacidad de campo.

4.3.9 Materia seca al segundo pastoreo.

4.3.9.1 Materia Seca Disponible.

Al comparar la materia seca disponible al segundo pastoreo no se evidenciaron diferencias entre las diferentes intensidades de laboreo (LI: 2071.9, LR: 2045.1, SD: 1989.4kg MS/há). La presencia de un mayor número de plantas en siembra directa permitió compensar los menores niveles de nitratos y la menor materia seca remanente posterior al primer pastoreo con relación a los tratamientos laboreados, lográndose un uso eficiente del nitrógeno disponible.

Con relación a las aplicaciones de nitrógeno al macollaje, existió diferencias significativas al 3.98%, encontrándose todavía respuesta a la aplicación de 150 unidades al macollaje. Esto se explicaría por un mayor desarrollo de plantas en estos tratamientos, permaneciendo este efecto en las etapas más avanzadas del cultivo y un mayor contenido de nitratos en el suelo posterior al primer pastoreo. Figura N°28.

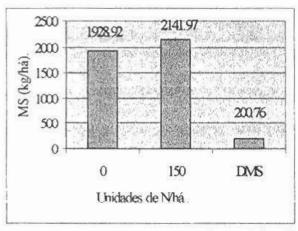


Figura N°28: Materia seca disponible al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Al considerar la segunda aplicación de nitrógeno (0, 30 y 60 unidades de N/há) no se evidenciaron diferencias entre los tres tratamientos, alcanzando valores de 1911, 2120.8 y 2074.5kg de MS/há para 0, 30 y 60 unidades de N/há respectivamente.

Finalmente se encontró diferencias significativas al 11.74% al comparar el tratamiento de siembra directa respecto al tratamiento bajo laboreo reducido con relación a la refertilización o no con nitrógeno posterior al primer pastoreo, lográndose las mayores producciones en materia seca cuando se refertilizó con 60 unidades el laboreo reducido. Figura N°29.

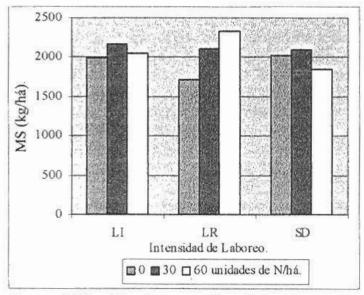


Figura N°29: Materia seca disponible al segundo pastoreo según Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Para las demás interacciones analizadas no se encontraron diferencias. Ver Cuadro Nº 62, en anexo.

4.3.9.2 Contenido de materia seca en el forraje disponible.

Al comparar el contenido de materia seca (%) entre las diferentes intensidades de laboreo no se observaron diferencias entre las mismas. Estos resultados no concuerdan con los esperados, es decir, mayor porcentaje de materia seca en los tratamientos con menor contenido de nitratos, en este caso el tratamiento de siembra directa (ver contenido de nitratos después del primer pastoreo, ítem43.7), por producir un forraje menos suculento con relación a aquellos tratamientos con mayores disponibilidades de nitratos en el suelo. Figura N°30.

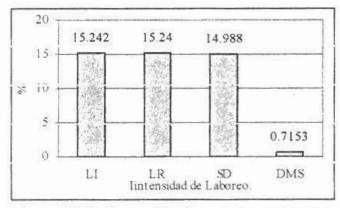


Figura N°30: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Por otro lado al considerar el contenido de materia seca en el forraje verde con relación al nivel de fertilización al macollaje se observó diferencias, siendo significativas al 0.11%, existiendo mayor contenido de materia seca en los tratamientos sin fertilizar (Figura Nº31). Estos resultados concuerdan con los esperables, dado que el nivel de nitratos en el suelo en los tratamientos sin fertilizar al macollaje fue significativamente menor que en los tratamientos fertilizados con 150 unidades de N/há.

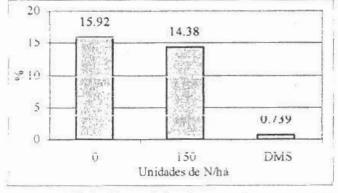


Figura N°31: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Al comparar el contenido de materia seca según el nivel de refertilización posterior al primer pastoreo, no se encontró diferencias entre la aplicación o no de nitrógeno, mientras que sí se encontraron entre aplicar 30 o 60 unidades de N/há siendo dichas diferencias significativas al 3.91%. Observando los valores de materia seca en función de los niveles de refertilización se apreció que existió una interacción entre ellos. Figura N°32.

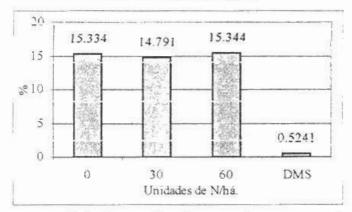


Figura N°32: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Comparando el laboreo reducido respecto a la siembra directa con relación a los niveles de refertilización aplicados posteriormente al primer pastoreo se apreció diferencias, siendo significativas al 16.6% entre la no aplicación y el promedio de los tratamientos fertilizados, y significativas al 4.65% cuando se fertilizó con 30 o 60 unidades de N/há. En el tratamiento bajo siembra directa el contenido de materia seca en el forraje no varió entre los niveles de fertilización, mientras que en el laboreo reducido se produjo una disminución al pasar de 0 a 30 unidades y un aumento al pasar de 30 a 60 unidades de N/há. Figura N°33.

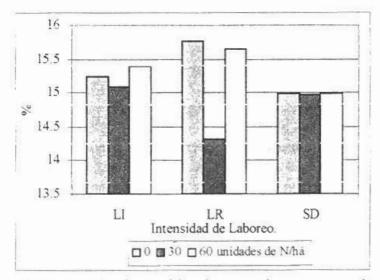


Figura N°33: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Finalmente, se encontró diferencias en la interacción del nivel de fertilizante aplicado al macollaje y la refertilización o no posterior al primer pastoreo, siendo significativas al 0.37%. Cuando no se fertilizó al macollaje, el efecto de refertilizar después del primer pastoreo produjo una disminución en el contenido de materia seca; ocurriendo lo contrario cuando se fertilizó con 150 unidades de N/há al macollaje. Figura N°34.

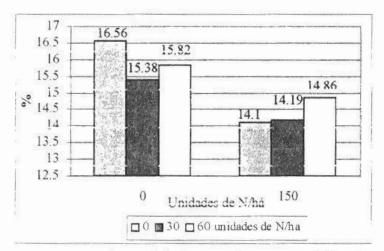


Figura N°34: Contenido de materia seca en el forraje verde al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicadas al macollaje y posteriormente al primer pastoreo.

Para las demás interacciones analizadas no se encontraron diferencias. Ver Cuadro Nº63, en anexo.

4.3.9.3 Materia Seca Utilizada.

Al comparar la materia seca utilizada (kg MS/há) entre las diferentes intensidades de laboreo no se observaron diferencias, tomando valores de 1512.6, 1621.5 y 1577.7kg de MS/há para los tratamientos de laboreo intensivo, laboreo reducido y siembra directa respectivamente.

La no existencia de diferencias en la utilización del forraje se debería a que las escasas precipitaciones ocurridas durante el período de pastoreo no permitieron que se generaran problemas de piso, con lo cual los animales tuvieron buenas condiciones para la cosecha del forraje.

Al comparar la materia seca utilizada según el nivel de fertilización al macollaje, se apreció diferencias significativas al 0.22%, siendo menor en los tratamientos sin fertilizar respecto a los fertilizados con 150 unidades de N/há. Figura N°35.

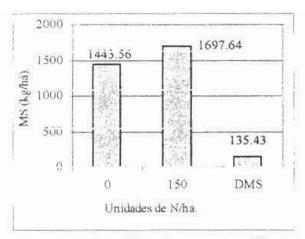


Figura N°35: Materia seca utilizada (kg/há) al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Las causas que explican estos resultados es que se parte de una mayor disponibilidad de materia seca en los tratamientos fertilizados al macollaje con 150 unidades de N/há y posiblemente la selección por calidad del forraje realizado por los animales.

Al considerar la segunda aplicación de nitrógeno (0, 30 y 60 unidades de N/há) no se evidenciaron diferencias entre ninguno de los tres tratamientos, alcanzando valores de 1456.6, 1668.1 y 1587.1kg de MS/há para 0, 30 y 60 unidades de N/há respectivamente.

Finalmente se encontró diferencias significativas al 8.96% al comparar el tratamiento de siembra directa respecto al tratamiento bajo laboreo reducido con relación a la refertilización o no con nitrógeno posterior al primer pastoreo. Figura Nº36.

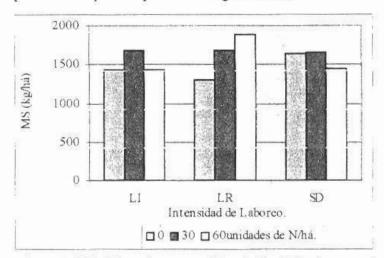


Figura Nº36. Materia seca utilizada (kg/há) al segundo pastoreo según Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Para las demás interacciones analizadas no se encontraron diferencias. Ver Cuadro Nº64, en anexo.

Al analizar el porcentaje de materia seca utilizada se observó diferencias significativas al 0.75% al comparar el sistema bajo siembra directa con relación al promedio de los tratamientos con laboreo, mientras que las diferencias entre los tratamientos laboreados fueron significativas al 0.2%, evidenciándose un aumento del porcentaje de utilización al disminuir la intensidad de laboreo, corroborando lo mencionado por García Préchac (1996); Amarante et al. (1996); y Terra y García Préchac (1997). Figura N°37.

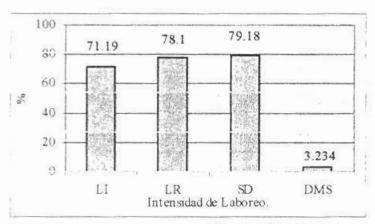


Figura N°37: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Al analizar el porcentaje de materia seca utilizada comparando la fertilización nitrogenada al macollaje con 0 y 150 unidades de N/há, se observó diferencias significativas al 4.81%. Figura N°38.

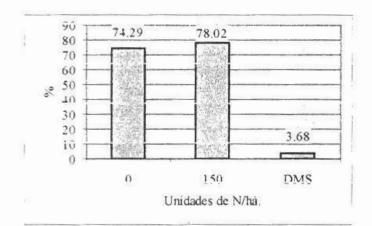


Figura N°38: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Al considerar la segunda aplicación de nitrógeno (0, 30 y 60 unidades de N/há) no se evidenciaron diferencias entre ninguno de los tres tratamientos, alcanzando valores de 75.95, 77.36 y 75.18% de materia seca utilizada para 0, 30 y 60 unidades de N/há respectivamente.

Al comparar el porcentaje de utilización bajo laboreo intensivo respecto al promedio del laboreo reducido y la siembra directa con relación a la refertilización con 30 o 60 unidades de N/há aplicadas luego del primer pastoreo se observó diferencias significativas al 2.91%. También existió diferencias al comparar el laboreo reducido respecto a la siembra directa con relación a la refertilización o no con nitrógeno, siendo significativas al 8.16%. Figura N°39.

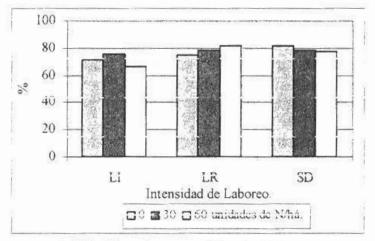


Figura N°39: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Finalmente, al comparar la fertilización o no al macollaje respecto a la refertilización después del primer pastoreo con 30 o 60 unidades de N/há, existió diferencias significativas al 6.37%. Figura N°40.

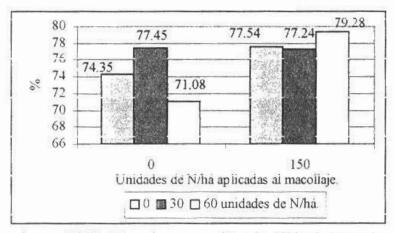


Figura N°40: Materia seca utilizada (%) al segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje y posterior al primer pastoreo.

4.3.10 Contenido de nitratos en el suelo después del segundo pastoreo.

El contenido de nitratos (N-NO3) en el suelo después del segundo pastoreo no mostró diferencias entre las diferentes intensidades de laboreo. Esto se explica por la desaparición del efecto del laboreo sobre la mineralización de la materia orgánica y consecuentemente sobre el contenido de nitratos, además durante los meses de junio y julio el comportamiento térmico presento diferencias con respecto al promedio histórico, existiendo temperaturas mínimas mayores (entre 4 y 5°C de diferencia) y menor número de heladas, con lo cual el proceso de mineralización de la materia orgánica para aquellas condiciones más limitantes (siembra directa) no sería afectado negativamente.

Al considerar los valores promedios de nitratos en el suelo para los tres tratamientos de laboreo (LI: 7.921; LR: 7.837; SD: 6.367ppm) se observó una baja disponibilidad, posiblemente como consecuencia de una alta extracción por parte del cultivo, ya que, el contenido de nitratos en el suelo al final del primer pastoreo fue importante (> a 13ppm para los tres tratamientos de laboreo) y además se realizó una refertilización con 0, 30 y 60 unidades de N/há.

Al comparar el contenido de nitratos respecto a la aplicación de nitrógeno al macollaje, se observó diferencias significativas 0.01% apreciándose un mayor contenido en los tratamientos cuya aplicación fue de 150 unidades de N/há al macollaje, evidenciándose una residualidad del fertilizante aplicado. Figura Nº41.

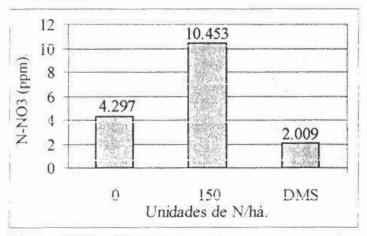


Figura Nº41: Niveles de nitratos en el suelo después del segundo pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Cuando se analizó el contenido de nitratos considerando la refertilización posterior al primer pastoreo, independientemente de la intensidad de laboreo, se apreció diferencias significativas al 7.92% cuando se comparó el promedio de los tratamientos fertilizados con el promedio de los tratamientos no fertilizados, y de 9.07% cuando se compararon los tratamientos fertilizados entre sí. Figura Nº42.

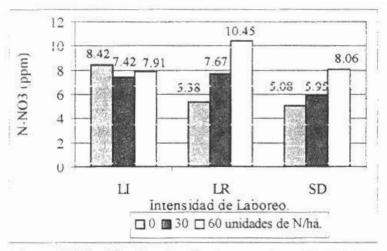


Figura Nº42: Niveles de nitratos en el suelo después del segundo pastoreo según Intensidad de laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Los valores promedios de nitratos aumentaron al incrementarse los niveles de refertilización, siendo los primeros 6.3, 7.017 y 8.808ppm para los tratamientos de 0, 30 y 60 unidades de N/há respectivamente, que al igual a lo sucedido con el nitrógeno aplicado al macollaje, evidenció una residualidad del fertilizante aplicado.

También se observó diferencias significativas al 6.87% entre el sistema de laboreo intensivo respecto a las intensidades de siembra directa y laboreo reducido, con relación a los tres tratamientos de refertilización nitrogenada aplicada posteriormente al primer pastoreo.

Para las restantes comparaciones realizadas, que se presentan en el Cuadro Nº66 del anexo, no se evidenciaron diferencias.

4.3.11 Materia seca al tercer pastoreo.

4.3.11.1 Materia Seca Disponible.

Al analizar la materia seca disponible (kg MS/ha) se observo diferencias significativas al 4.16% al comparar la intensidad de laboreo bajo siembra directa con relación a las intensidades de laboreo intensivo y laboreo reducido, no encontrandose diferencias entre estas dos últimas. Figura N°42.

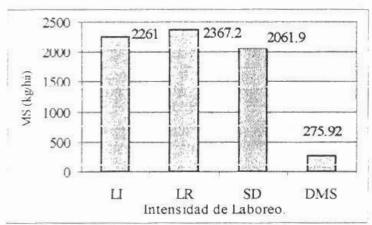


Figura Nº43: Materia seca disponible al tercer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Las posibles causas que explicarían estos resultados serían dos: la baja disponibilidad de nitratos y la menor materia seca remanente en el sistema bajo siembra directa con relación a los tratamientos con laboreo intensivo y laboreo reducido, aunque no existieron diferencias estadísticas en estas dos variables, que podrían haber afectado negativamente el rebrote de la pastura.

Cuando analizamos la fertilización nitrogenada aplicada posteriormente al segundo pastoreo, se observó una mayor producción de materia seca en los tratamientos donde se aplicó 30 o 60 unidades de N/há. con relación a los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno, con una diferencia significativa al 0.24%. Figura N°44

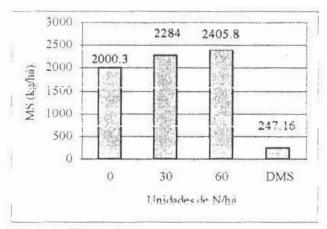


Figura Nº44: Materia seca disponible al tercer pastoreo según dosis de N/há aplicada posteriormente al segundo pastoreo

Las causas que explicaron estos resultados fueron básicamente dos: la persistencia del efecto del fertilizante aplicado posteriormente al primer pastoreo y el efecto directo de la refertilización nitrogenada realizada posteriormente al segundo pastoreo.

También se observó diferencia significativas al 1.15% cuando se comparó el laboreo intensivo respecto al promedio del laboreo reducido y la siembra directa con relación a la refertilización o no con nitrógeno aplicado después del segundo pastoreo; mientras que las diferencias fueron significativas al 4.31% cuando se comparó el laboreo intensivo respecto al promedio del laboreo reducido y la siembra directa con relación a la refertilización con 30 o 60 unidades de N/há. Figura Nº45.

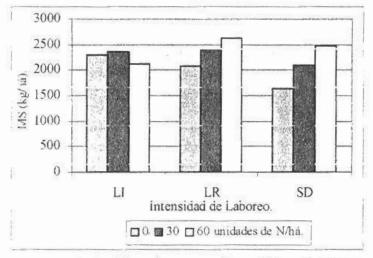


Figura N°45: Materia seca disponible al tercer pastoreo segun Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada posteriormente al segundo pastoreo.

La producción de materia seca respecto a la refertilización presentó diferente comportamiento según la intensidad de laboreo, mostrando un aumento al incrementarse los niveles de refertilización en siembra directa y laboreo reducido, mientras que el laboreo intensivo no tuvo el mismo comportamiento lográndose la mayor disponibilidad de materia seca en las parcelas fertilizadas con 30 unidades, y la menor disponibilidad en las fertilizadas con 60 unidades de N/há.

4.3.11.2 Contenido de materia seca en el forraje verde.

Al comparar el contenido de materia seca entre las diferentes intensidades de laboreo se observaron diferencias entre las mismas, siendo significativas al 0.01% cuando se comparó la intensidad de laboreo bajo siembra directa respecto al promedio de los tratamientos laboreados, y significativas al 0.14% entre los tratamientos laboreados. Figura Nº46.

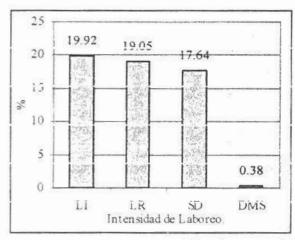


Figura Nº46: Concentración de materia seca en el forraje verde (%) al tercer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Los valores no concuerdan con los resultados esperables, es decir, mayor porcentaje de materia seca en los tratamientos con menor cantidad de nitratos, en este caso el tratamiento de siembra directa, por producir un forraje menos suculento con relación a aquellos tratamientos con mayor disponibilidad de nitratos en el suelo.

Por otro lado, al considerar el porcentaje de materia seca en el forraje con relación al nivel de fertilización al macollaje también se observó diferencias, siendo significativas al 0.67% al comparar la no fertilización frente a la aplicación de 150 unidades de N/há; existiendo mayor porcentaje de materia seca en los tratamientos sin fertilizar. Figura Nº47.

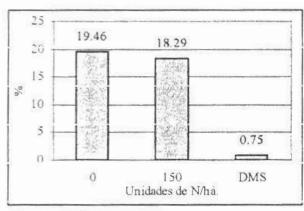


Figura Nº47: Concentración de materia seca en el forraje verde (%) al tercer pastoreo según dosis de N/há aplicada al macollaje.

Estos resultados concuerdan con los esperables dado que el nivel de nitratos en el suelo en los tratamientos sin fertilizar al macollaje fue significativamente menor que en los tratamientos fertilizados con 150 unidades de N/há.

Finalmente, al considerar la interacción de Intensidad de Laboreo por nivel de fertilización al macollaje las diferencias se mantuvieron, siendo significativas al 8.16% al comparar el laboreo intensivo respecto al promedio de los tratamientos de laboreo reducido y siembra directa con relación a la fertilización o no al macollaje. Figura Nº48.

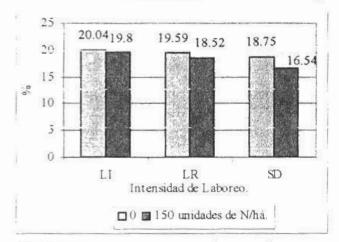


Figura Nº48: Concentración de materia seca en el forraje verde (%) al tercer pastoreo según Intensidad de Laboreo y dosis de N/há aplicada al macollaje.

Para las demás comparaciones e interacciones analizadas no se encontraron diferencias. Ver Cuadro Nº68 del anexo.

4.3.12 Propiedades físicas del suelo después del tercer pastoreo.

4.3.12.1 Resistencia a la Penetración.

En la Figura N°49, se aprecian los valores de resistencia a la penetración encontrados para las tres intensidades de laboreo hasta la profundidad de 40cm. En todo el perfil analizado no se encontraron diferencias significativas, al comparar las diferentes intensidades de laboreo.

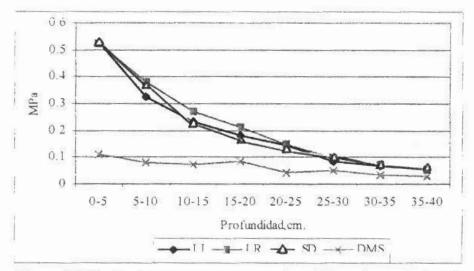


Figura Nº49: Resistencia a la penetración del suelo posterior al tercer pastoreo según Intensidad de Laboreo.

Al comparar los resultados de resistencia a la penetración para las dos fechas de muestreo, se pudo apreciar que, si bien se partió de situaciones diferentes entre los tratamientos laboreados y la siembra directa (mayor compactación en superficie y menor en profundidad en los tratamientos con siembra directa respecto a los laboreados), se llegó al final del experimento a situaciones similares, debido al efecto del pisoteo por parte de los animales, fundamentalmente en los primeros cm de profundidad; y posiblemente a la descompactación originada por la exploración radicular del cultivo (independientemente de la intensidad de laboreo) en el perfil de suelo explorado.

4.3.12.2 Densidad Aparente.

Al comparar el sistema bajo siembra directa respecto al laboreo intensivo, los valores no evidenciaron diferencias en la profundidad analizada, explicado posiblemente por la desaparación del efecto del laboreo sobre la descompactación del suelo, debido que hasta la fecha se realizaron tres pastoreos con el consecuente efecto del pisoteo. La variable analizada alcanzo valores de 1.4533 en el sistema bajo siembra directa y 1.45 en el laboreo intensivo.

A su vez al comparar los valores de densidad aparente entre las dos fechas de muestreos se pudo apreciar un aumento de los mismos para los tratamientos de laboreo intensivo y siembra directa, explicado por las razones mencionadas en el parrafo anterior.

Finalmente al analizar el contenido de agua volumétrico en el suelo tampoco se encontró diferencias entre ambos tratamientos, pero si una disminución de los valores respecto al primer muestreo, posiblemente debido al aumento de la densidad aparente. Los valores fueron de 23.03% para el tratamiento de siembra directa y 21.87% para el laboreo intensivo.

4.4 CONCLUSIONES

En la producción de materia seca no existieron diferencias entre las Intensidades de Laboreo, así como tampoco entre los niveles de refertilización nitrogenada.

En la producción de materia seca no se evidenciaron diferencias en la interacción de las diferentes Intensidades de laboreo frente a la refertilización con nitrógeno.

Suelos con diferentes intensidades de laboreo que al inicio del período de pastoreo presentaron condiciones de resistencia a la penetración diferentes, llegaron al final del mismo a condiciones de compactación similares en todo el perfil de suelo evaluado (40cm de profundidad).

El pastoreo directo provocó un aumento de la densidad aparente y de la resistencia a la penetración independientemente de la intensidad de laboreo.

El aumento de la intensidad de laboreo así como también de la refertilización con nitrógeno provocaron una mayor disponibilidad de nitratos en el suelo.

En años donde ocurre déficit hídrico, la disponibilidad de nitratos a la siembra se explica en mayor medida por el efecto año y en menor medida por la intensidad de laboreo.

El contenido de nutrientes immóviles del suelo (fósforo y potasio) presenta una estratificación diferencial, fundamentalmente en los sistema bajo siembra directa, encontrándose las mayores concentraciones en los primeros centímetros del suelo; mientras que en los sistemas con laboreo se produce una distribución más homogénea dentro del perfil.

El porcentaje de carbono orgánico desciende en menor medida al disminuir la intensidad de laboreo, provocado por una acumulación superficial de restos secos, menor oxidación de la materia orgánica y menores pérdidas por erosión.

A tres años de instalados los sistemas de laboreo no se detectó la acidificación diferencial en los tratamientos menos intensivos (siembra directa).

Ante condiciones de déficit hídrico como las que se presentaron en este ensayo, el tratamiento bajo siembra directa permitió obtener una mejor implantación del cultivo (medida a través del número de plantas/m2), favorecido por una posible mayor disponibilidad de agua en el perfil del suelo al momento de la siembra.

En siembra directa el porcentaje de cobertura del suelo por restos secos superó ampliamente el 30% mínimo requerido para ser considerado una intensidad de laboreo conservacionista, valor que no es superado en los sistemas con laboreo del suelo.

La utilización de la materia seca por parte de los animales fue inversa a la intensidad de laborco, debido a las diferentes condiciones de piso durante los períodos de pastoreo.

La mayor concentración (%) de materia seca en el forraje verde disponible se presentó en los tratamientos en que no se realizaron fertilizaciones con nitrógeno al macollaje.

4.5 RESÚMEN

Los Argisoles del Este de Uruguay son suelos con drenaje pobre en invierno y de alto riesgo de erosión y degradación, características que reducen su capacidad de uso con laboreo. La técnica de siembra directa minimiza los riesgos de crosión y degradación, ampliando las posibilidades de uso sustentable. Desde 1995, en la Estación del Este de I.N.I.A, se conducen experimentos para evaluar los efectos de distintas intensidades de laboreo (convencional. Ll; reducido, LR; y siembra directa, SD) y su interacción con la fertilización nitrogenada, sobre la producción y utilización bajo pastoreo directo de cultivos invernales con terneros y sobreaños de la raza Hereford. La presente tesis pretende probar la hipótesis de que la reducción y eventual eliminación del laboreo puede ser un factor determinante en el logro de la sustentabilidad física y económica de la producción de cultivos forrajeros anuales. Se utilizó un diseño de parcelas divididas en 4 bloques al azar hasta el primer pastoreo, con los tratamientos de laboreo en las parcelas mayores y 4 dosis de fertilización con nitrógeno (0, 50, 100 y 150unidades/há) aplicadas al macollaje. Luego del primer pastoreo, las parcelas con 0 y 150unidades/há de nitrógeno al macollaje, se subdividen y se aplican 3 dosis de refertilización con nitrógeno (0, 30 y 60unidades/há), pasando a un diseño de parcelas subdivididas. Desde el inicio se mantuvieron los mismos tratamientos en las mismas unidades experimentales en una secuencia de 2 cultivos anuales: Avena sativa o Triticum aestivum en mezcia con Lolium multiflorum en invierno y Setaria itálica en verano. Se evaluaron algunas propiedades químicas y físicas del suelo, como ser: contenido de P2O5, N-NO3 y C, pH; densidad aparente y resistencia a la penetración; establecimiento del cultivo (avena), porcentaje de restos secos sobre la superficie del suelo; producción y utilización de la materia seca. El análisis estadístico consistió en contrastes ortogonales de un grado de libertad, utilizándose la diferencia mínima significativa como una medida del error experimental. El contenido de fósforo en el suelo evidenció una estratificación diferencial en el sistema de siembra directa, encontrándose las mayores concentraciones en los primeros centímetros del perfil, mientras que en los tratamientos con laboreo la distribución fue más homogénea. Por el lado de los nitratos se dio un aumento al intensificarse la intensidad de laboreo, así como también al aumentar la dosis de refertilización al macollaje. Existió además un efecto año a través de un déficit hídrico el cual explicó los altos niveles de nitratos (superiores al nivel crítico, 18-20ppm) alcanzados en las tres intensidades de laboreo. El contenido de carbono orgánico mostró un comportamiento inverso al de los mitratos, es decir, se apreció un aumento del mismo al disminuir la intensidad de laborco, provocado por una acumulación superficial de restos secos, menor oxidación de la materia orgánica y menores pérdidas por crosión. El pH no mostró diferencias entre los tratamientos, debido a la corta edad del experimento la que no permitió que se generara la acidificación diferencial del suelo. La densidad aparente y la resistencia a la penetración aumentaron durante el desarrollo del ensayo. La evolución de la resistencia a la penetración llegó, al finalizar el período de ensayo, a valores similares en todo el perfil del suelo entre las intensidades de laboreo aunque se partió de situaciones distintas de compactación. Las mediciones con el índice de cono, indicaron que el orden de resistencia a la penetración en las capas superficiales (0-10cm) fue SD>LR>LI. En las capas subsuperficiales, el orden de los valores fue el inverso (Ll>LR>SD) y más abajo no se encontraron diferencias. Esto significa que las capas superficiales están mas compactadas bajo SD, lo que significa mas "piso" y que los implementos de laboreo generan compactación subsuperficial ("suela de arado"). El pastoreo directo provocó un aumento de la densidad aparente independientemente de la intensidad de laborco. El sistema de siembra directa fue el

que tuvo mejor implantación del cultivo (SD 313; LR 275; Ll 282pl/m2) explicado por el efecto año sobre la disponibilidad de agua en el suelo. El porcentaje de cobertura de la superficie del suelo por restos secos tuvo un marcado comportamiento a favor de la siembra directa (83% en SD y 16% promedio para los tratamientos con laboreo) superando ampliamente el 30% de cobertura, mínimo requerido para ser considerado una intensidad de laboreo conservacionista. La disponibilidad de materia seca no mostró similar comportamiento a lo largo del período evaluado. Al primer pastoreo, el sistema de SD mostró la mayor disponibilidad (1561kg MS/há), al segundo pastoreo la disponibilidad fue similar para las 3 intensidades de laboreo (2035kg MS/há promedio de los 3 tratamientos), y finalmente en el último pastoreo la SD presentó la menor disponibilidad (2061kg MS/há). La utilización de la materia seca por parte de los animales mostró un comportamiento inverso a la intensidad de laboreo posiblemente debido a las diferentes condiciones de piso durante los períodos de pastoreo (SD 60, LR 51, Ll 39% promedio del 1º y 2º pastoreo).

5, BIBLIOGRAFÍA

- 1. ALLEGRI, M.; AROCENA, M.; FORMOSO, F. 1980. Fertilización nitrogenada de gramíneas anuales invernales en suelos arenosos. CIAAB, Investigaciones Agronómicas. 1(I):51-55.
- ALTAMIRANO,A.; SILVA,H. da; DURÁN,A.; ECHEVARRÍA,A.; PANARIO,D.; PUENTES,R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, M.A.P. Dirección de Suelos y Fertilizantes. Tomo Nº1. 96p.
- AMARANTE,O.; GARCÍA PRÉCHAC,F.; PÉREZ BIDEGAIN,M. 1996. Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la región centro y sur del país. In Curso de Actualización sobre Manejo y Conservación de Suelos (1996, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.73-86.
- GARCÍA PRÉCHAC,F.; PÉREZ BIDEGAIN,M. 1997. Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la región centro y sur del país. In Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación de Suelos (1997, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.73-86.
- APEZTEGUÍA, E.; BRUNI, M.; ORCASBERRO, R.; PIAGGIO, L.; RINALDI, C.; SOCA, P. 1991a. Evaluación de una cobertura de lotus con vacunos bajo distintas presiones de pastoreo. In Jornada de Investigación: Producción Animal en Pastoreo. (1991, Paysandú, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.6-12.
- FRANCO,J.; GUTIERREZ,J.P. 1991b. Suplementación de novillos en pastoreo.
 In Jornada de Investigación: Producción Animal en Pastoreo. (1991, Paysandú, Uruguay)
 Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.33-36.
- AYALA, W.; CARÁMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos en la región Este: manejo y utilización. In Producción y manejo de pasturas. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº80. pp.177-182.
- 8. _____. BERMÚDEZ,R.; CARÁMBULA,M. 1996. Manejo y utilización de mejoramientos extensivos. INIA, Uruguay. Actividad de difusión Nº110. pp.69-88.
- BAHETHGEN, W. 1992. Dinámica del nitrógeno en sistemas de rotación cultivos-pastura. INIA, Uruguay. Investigaciones Agronómicas. 1(I):3-25
- DIAZ,R.M.; BOZZANO,A. 1980. Resultados físicos y económicos de rotaciones de pasturas y cultivos. In Rotaciones CIAAB La Estanzuela, Miscelánea N°24. pp. 26-39.
- 11. BASCANS, M.; GUERRA, S. 1992. Persistencia productiva de mejoramientos de pasturas con laboreo convencional y siembra directa (cobertura). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 103p.

- BEHRENS, A.; COUBROUGH, T. 1994. Comportamiento de novillos Hereford y cruza Cebú suplementados a diferentes cargas en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 92p.
- BENEFICIO, A.; FERRANDO, J.; SMITH, J.; DONATO DE COBO, L. 1982. Investigaciones en laboreo reducido en el área de Castelar. In Seminario: Laboreo Reducido en el Cono Sur. IICA CIAAB La Estanzuela, pp.78-91.
- BICO,J.A.; GRASSO,A.; VENTURINO,L. 1989. Aproximación al estudio de la compactación de los suelos bajo un sistema agrícola pastoril intensivo. Tesis lng. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomia. 143p.
- 15. BLANCO, F.; TERRA, J.A.; GARCÍA, F. 1996. Uso de elementos de la tecnologia de siembra directa en producción forrajera en suelos de Lomadas del Este. INIA, Uruguay. Actividad de Difusión NºTIO, pp.17-32.
- 16. BORDOLI,J. 1997. Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación de Suelos (1997, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomia. pp.25-30.
- CARÁMBULA,M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464p.
- 19. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº19. 46p.
- 20. _____. 1992. Manejo de praderas. INIA, Uruguay. Boletin de Divulgación Nº17. 16p.
- 21. _____. AYALA,W.; BERMÚDEZ,R.; CARRIQUIRY,E. 1996. Verdeos de invierno asociados. INIA, Uruguay. Boletín de divulgación N°58. 19p.
- 22. CARDOZO,O.; FERREIRA,G. 1994. Engorde de novillos. Un modelo bio-económico. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº49. 26p.
- CARDOZO, W. 1984. Utilización de pasturas por los bovinos destinados a la producción de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. 61p.
- CASANOVA,O. 1998. Manejo de la fertilización de verdeos. In Manejo de la Fertilidad de Suelos Extensivos. (1998, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.52-56.

- 25. CASTILLO, J.J.; QUEIJO, G. 1984. Efecto de dosis de nitrógeno y del fraccionamiento sobre la eficiencia de uso de nitrógeno en una mezcla de raigrás avena. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 152p.
- CHARLONE,R.; GARCÍA,W. 1977. Listado de indicadores técnicos. FUCREA. Nº27: 23-34.
- 27. CREMPIEN, CH. 1983. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilización en presupuestación en establecimientos ganaderos. Montevideo, Hemisferio Sur. 72p.
- 28. DEL PINO, A. 1998. Dinámica de nutrientes en campo natural y pasturas con leguminosas. In Manejo de la Fertilidad de Suelos Extensivos. (1998, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía, pp.35-40.
- 29. DENARDIN,J.; KOCHHANN,R. 1986. Sistema conservacionista de preparación de suelo en el brasil. In Reunión sobre sistemas de labranza y conservación de suelos. IICA/BID/PROCISUR, DIÁLOGO XV. pp.99-105.
- 30. DIAZ,R.M.; GARCÍA,F.; BOZZANO,A. 1980. Dinamica de la disponibilidad de nitrogeno y las propiedades físicas del suelo en rotaciones de pasturas y cultivos. In Rotaciones CIAAB La Estanzuela, Miscelanea Nº 24. pp.1-25.
- 31. DIAZ LAGO, J.E.; GARCÍA, J.A.; REBUFFO, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº71. 12p.
- 32. DIAZ ROSELLÓ, R. 1992. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas. INIA, Uruguay. Investigaciones Agronómicas. 1(1):103-110.
- 33. ERNST,O.1996. Principales resultados obtenidos en siembra directa de cultivos graniferos. In Curso de Actualización sobre Manejo y Conservación de Suelos (1996, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.31-39.
- 34. ______. 1997. Principales resultados obtenidos en siembra directa de cultivos graníferos. In Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación de Suelos (1997, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomia. pp.31-39.
- 35. SIRI,G. 1995. Siembra Directa: sus posibilidades en el sistema pastura cultivos. Cangué 3:13-17.
- 36. SIRI,G. 1997. Efecto de la intensidad de laboreo en una secuencia agrícola sobre la fertilidad del suelo y rendimiento del quinto cultivo. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. (7º, 1997, Montevideo). Jornada de Siembra Directa. Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. pp.23-28.

- SIRI,G.; BANCHERO,M. 1997. Respuesta del trigo a la edad de chacra y al manejo del suelo. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. (7º, 1997, Montevideo). Jornada de Siembra Directa. Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. pp. 19-22.
- 38. GARCÍA,J.A. 1996. Productividad de forraje de pasturas cultivadas en la región litoral sur. In Producción y manejo de pasturas. INIA, Uruguay. Serie Técnica N°80. pp.163-168.
- 39. GARCÍA LAMOTHE, A. 1994. Manejo del nitrógeno para aumentar productividad en trigo. INÍA, Uruguay. Serie Técnica N°54. 27p.
- 40. GARCÍA PRÉCHAC,F. 1992. Conservación de suelos. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº26. 63p.
- 41. ______. 1997. Aspectos básicos del comportamiento de suelos en siembra directa: propiedades físicas. In Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación de Suelos (1997, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.11-23.
- 42. _____. 1998. Siembra Directa de Pasturas. In 2º Seminario Internacional de Actualización Técnica. (1998, Rivera, Uruguay) Montevideo. Facultad de Agronomía. 18p.
- 43. GARIBALDI,B.; MEDEIROS,A.; HENKLAIN,J.C. 1995. La siembra directa en las regiones tropicales y subtropicales brasileras. In Avances en Siembra Directa. DIÁLOGO/IICA-PROCISUR;XLIV. pp.63-72.
- 44. GONZÁLEZ,F.; BRASESCO,R.; SALABERRY,S. 1994. Sistema demostrativo agrícola ganadero en Young. INIA, Uruguay. Boletín de Divulgación N°45. 32p.
- 45. GONZÁLEZ,R.; VERDERA,R. 1982. Efecto del manejo de la fertilización nitrogenada en la producción estacional y total de la mezela avena raigrás en suelos arenosos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 112p.
- GRIFFITH,D.R.; MONCRIEF,J.F.; ECKERT,D.J.; SWAN,J.B.; BREITBACH,D.D. 1992. Crop response to tillage systems. In Conservation tillage systems and management. pp.25-33.
- 47, HANSEN,O.; ZELJKOVICH,V. 1982. Investigación en laboreo reducido en Argentina. In Seminario: Laboreo Reducido en el Cono Sur. (1982, La Estanzuela, Colonia, Uruguay) IICA-CIAAB La Estanzuela, pp.55-66.
- 48. HERNÁNDEZ, J. 1993. Potasio. Montevideo, Facultad de Agronomia. 36p.
- 49. JÚRNADA NACTUNAL DE STEMBRA DIRECTA (3º, 1995, Mercedes, Uruguay) Sistemas de producción en Siembra Directa. Mercedes, AUSID. 43p.

50. JOSIFOVICH, J.; MADDALONI, J.; ACTIS, J. 1991. Efectos de la edad y el peso inicial sobre la ganancia de peso vivo en bovinos para carne y su análisis económico. INTA. Informe Técnico N°251, 17p. 51. MADDALONI,J.; FRUTOS,E. 1977. Producción de carne sobre pasturas permanentes. INTA. Informe Técnico Nº139, 12p. 52. LACO, A.; THOMPSON, M. 1996. Siembra directa: realidad actual e interrogantes. Montevideo, MGAP Comisión Honoraria del Plan Agropecuario, pp1-5. 53. LABANDERA, C. 1998. ¿Qué leguminosa fija más nitrógeno?. FUCREA. Nº191:29-30. 54. LARRAMBEBERE, F.; PEREIRA, M. 1996. La siembra directa en explotaciones ganaderas. Montevideo, MGAP Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. pp6-12. 55. LATTANZI,M.; MARELLI,H. 1982. Avances en la investigación sobre el comportamiento de los sistemas de labranzas conservacionistas en la EERA Marcos Juares. In Seminario: Laboreo Reducido en el Cono Sur. (1982, La Estanzuela, Colonia, Uruguay) IICA-CIAAB La Estanzuela, pp.67-78. 56. LEBORGNE, R. 1986. Antecedentes y metodología para presupuestación establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 54p. 57. LEGUISAMO, A.: URCHIPÍA, B. 1992. Fertilización nitrogenada de trigos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 122p. 58. MADDALENA, M.A. 1994. Propiedades físicas del suelo en siembra directa y laboreo convencional y sus efectos sobre el desarrollo de trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 85p. 59. MARCHESI, E. 1997. La adopción de la Siembra Directa en el establecimiento agrícola ganadero "La Sorpresa". In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. (7º, 1997, Montevideo). Jornada de Siembra Directa. Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uniguay, pp.9-11. 60. QUINCKE, A.; MARCHESI, A. 1997. Observaciones y resultados de las experiencias de AUSID. In Congreso Nacional de Ingenieria Agronómica. (7°, 1997, Montevideo), Jornada de Siembra Directa, Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, pp.39-41. 61. MARTINO, D. 1994a. Propiedades físicas del suelo que afectan el desarrollo vegetal. INIA, Uruguay, Serie Técnica Nº42, pp.59-64. . 1994b. Agricultura sustentable y siembra directa. INIA, Uruguay. Serie Técnica N°50, 30p.

- 63. ______, 1995. Restricciones tecnológicas para la siembra directa en Uruguay. In Avances en Siembra Directa DIÁLOGO/IICA-PROCISUR, XLIV. pp.117-124.
- 64. ______, 1996a. Siembra directa en el Uruguay. Situación tecnológica actual. In Manejo y fertilidad de suelos. INIA, Uruguay. Serie Técnica N°76. pp.143-155.
- 65. ______. 1996b. Propiedades físicas del suelo que afectan el desarrollo vegetal. In Manejo y fertilidad de suelos. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº76. pp.101-105.
- 66. ______. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícolas ganaderos del litoral. In Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación de Suelos (1997, Cerro Largo, Uruguay) Montevideo, Facultad de Agronomía. pp.41-58.
- 67. MENGEL, D.B.; LAFAYETTE, W.1992. Fertilizer management. In Conservation tillage systems and management. pp.83-87..
- 68. MORÓN, A. 1996. El ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In Nitrógeno en Pasturas. INIA, Uruguay. Serie Técnica Nº51. pp.1-12.
- 69. NIN,A.; FREIRIA,H. 1995. Introducción a la gestión de empresas agropecuarias. Montevideo, Facultad de Agronomía. 72p.
- 70. NOVELLA,M.; CASTRO,J. 1980. Fertilización de pasturas con mezcla de fosforita y azufre. CIAAB Investigaciones Agronómicas. 1(I):37-40.
- 71. NUTRIENTS REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE. 1985. 6a ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C., N.R.C./N.A.S.
- 72. PANSE, V.G.; SUKHATME, P.V. 1959. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. México. Edimex. 349p.
- 73. PRIORE, E.; URANGA, P. 1983. Efecto del manejo de la fertilización nitrogenada en la producción estacional y total de la mezcla avena raigrás en suelos muy diferenciados. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 218p.
- RISSO,D.; ZARZA,A. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. In Utilización de Pasturas y Engorde Eficiente de Novillos. CIAAB, La Estanzuela. Miscelánea N°28. pp.7-27.
- 75. RIZZARDI, M.A. 1995. Manejo do nitrogênio no sistema plantio direto. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. (1º, 1995, Passo Fundo, RGS, Brasil) Resumos. EMBRAPA-CNPI, pp.95-100.
- 76. ROEL, A. 1997. Comportamiento de algunas variables climáticas en los ejercicios 1995/96 y 96/97. INIA, Uruguay. Actividad de Difusión N°136. pp.1-4.

- 77. ROVIRA,L.A.; URIARTE,G. 1979. Evaluación del efecto de diferentes pasturas y su edad sobre algunas propiedades físicas del suelo y los rendimientos de 1, 2 y 3 trigos posteriores. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 141p.
- SÁ,J.C.M. 1995, Manejo del fósforo no sistema plantio direto. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. (1º, 1995, Passo Fundo, RGS, Brasil) Resumos. EMBRAPA-CNPT. pp.83-94.
- 79. SANTIÑAQUE,F. 1984. Alternativas de mejoramiento de pasturas naturales. Paysandu, Facultad de Agronomía. 34p. (Repartido de Cátedra N°588).
- 80. SCHULER,R.T.; WOOD,M.; WOOD,R. 1992. Soil compaction. In Conservation tillage systems and management. pp.42-45.
- 81. SOSA,R. 1982. Experiencias en laboreo reducido en cultivos realizados por INIA Chile. In Seminario: Laboreo Reducido en el Cono Sur. (1982, La Estanzuela, Colonia, Uruguay) IICA-CIAAB La Estanzuela, pp.113-131.
- 82. TERRA, J. 1997. Uso de la siembra directa en sistemas de producción forrajera. El País Agropecuario. Montevideo (UY), Jul. 26:23-26.
- 83. ______. GARCÍA,F. 1997. Intensidad de laboreo y fertilización nitrogenada en cultivos forrajeros. INIA, Uruguay. Actividad de Difusión N°136. pp.81-92.
- 84. _____. SCAGLIA,F.; GARCÍA,F.; BLANCO,F. 1997. Avances sobre alternativas tecnológicas para producción forrajera en Lomadas del Este. INIA, Uruguay. Actividad de Difusión N°136. pp.67-79.
- 85. THOMAS,G.W. 1995. Análisis de la sustentabilidad del sistema de siembra directa en comparación con la labranza convencional. In Avances en Siembra Directa. DIÁŁOGO/IICA-PROCISUR; XLIV. pp.15-45.
- 86. URUGUAY. CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS ALBERTO BOERGER. 1971. Fertilización de Pasturas. Colonia, La Estanzuela. 40p. (Boletín de Divulgación N°5).
- 87. WALL, P.C. 1995. Siembra Directa: perspectivas en áreas tropicales y subtropicales. In Avances en Siembra Directa. DIÁLOGO/IICA-PROCISUR; XLIV. pp.5-13.

6. ANEXO

Consideraciones para el cálculo del balance hídrico de la Serie Histórica (1972-1997):

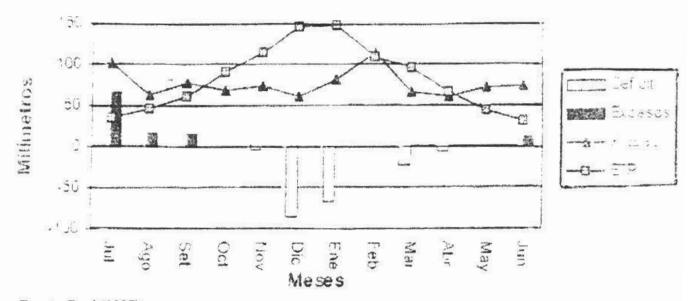
El balance se construye con los datos de precipitación y evaporación de la Serie Histórica (1972-1997) registrada en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental de Paso de la Laguna.

En los balances hídricos se considera como útil al 70% de la precipitación registrada, denominándola precipitación efectiva. El 30% restante se pierde en los procesos de escorrentía, interacción de las plantas e infiltración profunda.

La evapotranspiración potencial o uso consuntivo (E.T.P.) se estimó como el 70% de los valores registrados en el tanque tipo "A".

Para este estudio se consideró un suelo con 40 cm de exploración radicular y una capacidad de almacenamiento de agua útil o disponible para las plantas de 60 mm.

FIGURA Nº1. Balance Hídrico Promedio. Serie Histórica 1972-1997.

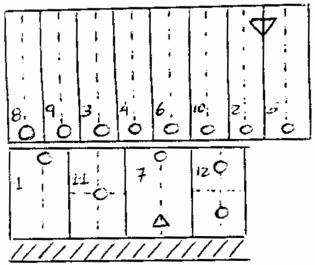


Fuente: Roel (1997).

Cuadro Nº1: Datos meteorológicos obtenidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental del Paso de la Laguna-INIA Treinta y Tres. Serie Histórica 1972-1997.

	Jul	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Anual
Temp. (℃)													
Media	10.6	11.9	13.4	16.3	18.6	21.6	22.7	22	20.6	17.3	13.7	10	
Máx. media	16.1	17.8	19.2	22.3	25	27.9	29.5	28.3	27	23.6	20	16.6	
Min. media	5.4	6.5	7.9	10.3	12.2	14.4	16.6	16.6	14.8	11.4	8.1	5.3	
Heladas(días)	4.4	2	1.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0.6	4	12.4
Precip.(mm)	144.8	91.4	109.9	96.5	106.2	85.6	116	164 3	95	87.2	102	106.8	1305.6
Evap Tanque A mm/mes	49.6	66.5	88	129.7	163.9	207.5	210.7	154.8	137.4	94.1	62.9	45.1	1409

Croquis Nº1 : Experimento "Intensidades de Uso del Suelo".



- ALAMBRADO CLINVENCIONAL

- ... ALAMORADO ELÉCTRICO

O BEBEDERO

V TAJANAR

= CAMINU INTERNO

TIRUTA Nº 19

1 at 12: nº potre-o

CUADRO N°2

<u>Uso del suelo en cada potrero de las cuatro Intensidades de Uso del Suelo, desde 1995 al 2001.</u>

Mejorgosento	(Lab Red) - Verdeo - CV Mejoraniento	Renovation Red) - Verdeo - CV Mejoraniento	(Lab Red) - Verdeo Cons Verdeo Cons Renovación (Lab Red) - Verdeo - CV	(Lab Red) - Verileo - CV (Lab Red) - Verileo - CV Verdeo Cons Renovación (Lab Red) - Verdeo - CV	P. Meja (Lab Red) - Verdeo - CV (Lab Red) - Verdeo Cons Renovación (Lab Red) - Verdeo - CV Mejoraniento	Renovation P. Meja [Lab Red] - Veriko - CV (Lab Red) - Veriko - CV Veriko Cons Veriko Cons Renovación [Lab Red] - Verideo - CV	Vi Cons Renovación Renovación P. Meja (Lab Red) - Verdeo - CV Verdeo Cons Renovación Renovación (Lab Red) - Verdeo - CV	(Lab Red) - Verdeo - CV VI Cons Renovación Renovación P. Verje (Lab Red) - Verdeo Cons Renovación Renovación (Lab Red) - Verdeo Cons Renovación (Lab Red) - Verdeo - CV	
		illi	11111						
	CV - Verdeo Inv - CV	CV - Verdeo Cons. Frad	CV - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV	Preder 2" Pred - Verdeo Nr. CV CV - Verdeo Cons. Frad CV - Verdeo Inv - CV	CV - Verdeo Cons. Frad Prader 2* Prad - Verdeo Try - CV CV - Verdeo Try - CV CV - Verdeo Try - CV CV - Verdeo Try - CV	CV - Verdeo Dros. Frad Pradera 2* Frad - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV	Prad - Verdeo - CV CV - Verdeo Cons. Prad CV - Verdeo Cons. Prad Pradera 2* Prad - Verdeo - CV CV - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV CV - Verdeo Inv - CV	Pradera 3* Pradera 4* Pradera 4* Pradera Verdeo CV CV - Verdeo Cons. Prad Pradera 2* Pradera Verdeo Inv. CV CV - Verdeo Inv. CV CV - Verdeo Inv. CV CV - Verdeo Inv. CV	Fradera 2" Pradera 3" Pradera 4" Frad Verdeo - CV CV - Verdeo Cons. Frad Pradera 2" Frad - Verdeo - CV CV - Verdeo Inv - CV
	CV - Verdeo ITV - CV								
	CV - Verded Inv - CV								
Characteristics of the contract of the contrac								, a	2 2 V V V V V V V V V V V V V V V V V V

CUADRO Nº3. Historia de la Rotación Larga, potreros Nº1 al 6.

RL	DIO.	• J. 1113101	ia de la Rotación	Laiga,	VOD CIOS
POT	Fecha	Concepto	Producto	Unidad	Cant/ha
1	1996-	Preparación		Litro	4.5
Ι.	20/4	. reputation	Criticodico	Dino	7.0
1			2-4 D	Litro	0.6
l			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1
ı			Aplicación	há	1
1	30/4	Siembra	Trigo (L.E.)	Κg	120
i			Fertilizante 25-25-0 Operación	Kg há	130 1
ı	06/9	Refert.	Urea	Kg	70
1			Aplicación	há	1
ŀ	18/11	Preparación		Litro	5
l			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1
1	10/10	0: 1	Aplicación	há	1
ı	10/12	Siembra	Moha Fertilizante 25-25-0	Kg	25
l			Operación	Kg há	100
	1997-	Enfardado	Fardo(400Kg c/n)	Fardos	5.3
	5/3		•		
	17/3	Preparación		Litro	4.4
1			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1
	01/04	Siembra	Aplicación	há V a	1
	01/04	Siemora	Avena Dactylis	Kg Kg	90 3,75
			Festuca	Kg	3.75
			Lotus Corn.	Kg	6
l			т.в.	Κg	3
1			Fertilizante 20-40-0	Κg	150
ĺ			Operación	há	1
	lny	Refert.	Urea	Κg	50
2	1996-	Preparación	Aplicación Glifoseto	ha Litro	4.5
-	20/4	r reparaeron	Chilosato	LINO	4.5
l			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.0425
1			Aplicación	há	!
	7/5	Siembra	Trigo (L.E. 2199)	Kg	120
ı			Dactylis	Kg	3
1			Festuca. Lotus	Kg Kg	4
i			T.B.	Kg	4
			Fertilizante 25-25-0	Κg	130
			Operación	há	1
	3/9	Refert.	Urea	Kg	70
	3/12	Casaaba	Aplicación Trico	há bá	1
	1997-	Cosecha Pastera	Trigo Rotativa	há há	<u> </u>
	4/2	. 201414	asymu id	71(4	1
	2/4	Refert.	0-46-46-0	Kg	100
			Aplicación	'ná	1
		··			
3	1995-Ou	oño Pret	paración Excentrica		
·		- 10	Disquera		
			Glifosato	Litro	4
		Siembra	Trigo	Kg	130
			(E. Federal)	_	(3 há)
			Trigo	Kg	130
			(E. Halcon)		(3 há)

l			Festuca	Kg	10
l .			Lotus	Kg	8
l			T.B.	Kع	4
!			20-40-0	Κg	200
1	Otoño	Refert.	Urea	Kμ	100
Į.	Otoňo	Refert.	Urea	Κg	100
ı	Otoño	Refert.	Urea	Kg	100
1	1996-	Refert.	0-46-46-0	Kg	100
1	5/4		0 10 10 0		
ŀ	214		Aplicación	há	ī
1	12/11	Enfardado	Fardo	Fardo	58
l	12711	Ellisiozdo		l'ulux,	20
1	1005	D	(25Kg c/u)		
ļ	1997-	Pastera	Rotativa	ha	1
ı	14/4	Plant a	0.46.46.0	77.	100
ļ	Otono	Refert.	0-46-46-0	Kg	108
1			Aplicación	<u>lıa</u>	1
4	1995-	Siembra	Ravgrass	Kg	12
ı	5/5				
			Lotus	Кg	6.4
			T.B.	Kg	3.2
	1996-	Refert.	0-46-46-0	Kg	80
l	5/4			_	1
			20-40-0	Kg	110
1			Aplicación	há	1
5	1995-	Siembra	Raygrass	Kg	12
~	5/4	3,011314	160, 21233		.~
1	374		Lotus	KΩ	6.4
1			T.B.	Kg	3.2
			25-25-0	Kg	105
l	1007	75	Excentrica	há	-100
	1997- 26/2	Preparación	Excentitica	na	' 1
ŀ	2012		Vibro	ha	1
i			Glifosato	Litro	3.4
[Coad(BB5)	Litro	0.11
ļ			Aplicación	há	1
l	1074	Siembra			120
l	10/4	Siemora	Trigo 25-25-0	Kg	150
1				Kg	130
İ	04.7.	Durkant	Operación	há V –	
	Otono	Refert.	Urea	Κg	50
			Aplicación	há	1 70
	Otoňo	Refert.	Urea	Кg	70
			Aplicación	há	!
	Prim.	Preparación	Glifosato	Litro	3
		Siembra	Sorgo	Kg	25
1			fоrтајего — — — — — — — — — — — — — — — — — — —		
			25-25-0	Kg	100
			Operación	ha	l
		Refert.	Urea	Kg	50
L			Aphoación	há	1
6	1996-	Pastera	Rotativa	hà	1
1	6/3	_	4.1.0		!
	19/4	Preparacion	Glifesate	Litro	4.5
			Coad(BB5)	Litro	0.0467
			Aplicación	há	1
[29/4	Siembra	Trigo	Κ <u>u</u>	125
			(LE2199 y		i
			Federal).		
			25-25-0	Kϼ	140
			Operación	há	!
	23/8/96	Refert.	Urea	Kg	80
			Aplicación	há	1
	21/10	Preparación	Glifosato	Litro	4.4
ļ.					

!		Coad(BB5) Aplicación	Litro há	0.1 1
08/11	Siembra	Sorgo	Kg	20
ļ		forrajero	-	- 1
		(Yacaré)		
		25-25-0	Kg	100
		Operacion	ha	! !
23/12	Refert.	Urea	Κμ	50
		Aplicación	há	1
1997- 24/3	Preparación	Olifosato	Litro	3
2413		Coad(BB5)	Litro	0.055
}		Aplicación	há	0.033
31/4	Siembra	Avena	Kg	100
	. Albertona	25-25-0	Kg	150
		Operación	há	1
Otoño	Refert	Urea	Kg	50
	1001011	Aplicación	há	Ĭ
Otoño	Refert	Urea	Кg	50
		Aplicación	ha	i i
Otoño	Refert.	Urea	Kμ	50
i		Aplicacion	há	1
Prim.	Preparación	Glifosato	Litro	3
	Siembra	Moha	Kg	30
		25-25-0	Κġ	100
		Operación	há	1

CUADRO Nº4. Historia de la Rotación Corta, potreros Nº7 al 10.

RC					
POT	Fecha	Concepto	Producto	Unidad	Cant/ha
7	1996- 20/4	Preparación	Glifosato	Litro	4.5
			2-4 D	Litro	0.6
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.085
			Apheación	há	l
	3/5	Siembra	Tugo	Kg	120
			Fertilizante 25-25-0	Kg	120
			Operación	há	ł
	04/10	Retert.	Urea	Κg	100
			Aplicacion	ha	1
	28/11	Preparación	Glifosato	Litro	3
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1
			Aplicación	ha	1
		Siembra	Moha	Kg	25
			Fertilizante 25-25-0	Kg	100
			Operación	há	1
	1997- 3/3	Corte	-		
		Enfardado	Fardo(400Kg c/u)	Fardo	8
		Preparación		Litro	4.4
	111.5	reparación	Coadyuvante(BB5)	i.itro	0.1
			Aplicación	há	1
	26/3	Siembra	Avena 1095a	Kg	100
	2M3	Distillora	T.R.	Kg	7
			Fertilizante20-40-0	Kg	100
			Operación	há	1
8	1996- Otoño	Preparación			1
	J		Glifosato	Litro	4.5
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.0425
			Aplicación	há	1
	7/5	Siembra	Trigo (L.E. 2199)	Kg	120
	.,,		T.R.	Kg	8

			Describerate AS AS IN	V	120
			Fertilizante 25-25-0	Kg há	130 1
	02/12	Casaslan	Operación Teles	há	i
		Cosecha	Trigo		
	1997- 14/4	Pastera	Rotativa	há	,
		Refert.	0-46-46-0	Kg	108
	Violio	icoloit.	Aplicación	ha	l
9	1995-	Preparación			4.4
_	25/4	reparent	11411/1414		,,,,
			Aplicación	hė	1
	10/5	Siembra	Trigo (E. Federal)	Kg	150
				_	(en 3 há)
l			Trigo (E. Halcón)	Κg	190
			•		(en 3 há)
			T.R.	Kę	8
ĺ			Fertilizante20-40-0	Kg	208
			Operación	ha	1
	1996-	Refert.	0-46-46-0	Kg	100
i	Otoño.			•	
			Aplicación	há	ŧ
	19/11	Entardado	Fardo(400Kg e/u)	Fardo	8.5
	1997-	Preparación		há	l
	24/2				
	27/2		Vibro	há	Į.
1	7/4		Glifosato	Litro	3.4
l			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.077
l			Aplicación	ha	1
l	10/4	Siembra	Trigo (Charrua)	Κg	106
l			Fertilizante	Κg	150
			Operación	há	ľ
}		Refert.	Urea	Kg	60
			Aplicación	há	1
l	Prim.	Siembra	Sorgo forrajero	Kg	25
ł			Fertilizante 25-25-0	Kg	100
l		ъ.,	Operación	há	1
		Refert.	Urea	Kg	50
	1004	D	Aplicación	há Litro	<u> </u>
10	1996- 19/4	Preparación	Chilosato	1716.0	4.5
!	1/17		Coadyuvante(BB5)	Litro	0.0425
1			Aplicación	há	1
			Trigo (E. Federal)	Kg	125
			Fertilizante 25-25-0	Κg	140
			Operación	há	1
	23/8	Refert.	Urea	Kg	72
			Aplicación	há	I
	31/10	Preparación		Litro	4.4
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1
			Aplicación	há	1
	06/11	Siembra	Sorgo forrajero	Kg	20
			(Yacaré)		4.5.5
			Fertilizante 25-25-0	Kg	100
	and the	D 2 .	Operación	há V	1 (
ĺ	30/12	Refert.	Urea	Kg	75(3 há)
	1005	D C :	Aplicación	há	70.13.54
	1997 - 2/11	Refert.	Urea	Kg	70 (3 há)
	2/11		Aplicación	ha	1
	Otoño	Preparación		Litro	4.5
!	CAOHO	2 Teparación	Condyuvante(BB5)	Litro	0.1
i			Aplicación	há	1
		Siembra	Avena	Kg	100
ļ		-y,1010	Fertilizante 25-25-0	Kg	130
1			Operación	ha	ì
					-

Otoño	Refert.	Urea	Kg	50
		Aplicación	há	1
Otoño	Refert	Urea	Kg	50
1		Aplicación	há	i
Otoño	Refert.	Urea	Kg	50
		Aplicación	há	- 1
1	Siembra	Moha	Κġ	30
		Fertilizante 25-25-0	Kg	100
		Operación	ha	1
	Entardado	Fardo(400Kg e/u)	Fardo	7.5

CUADRO Nº5. Historia del Cultivo Continuo, potrero Nº11.

CC					
POT	Fechs	Concepto	Producto	Unidad	Cant/há
11	1 996 - 20/4	Preparación	Glifosato	Litro	4.5
			2-4 D	Litro	1
			Aplicación	há	1
	30/4	Siembra	Trigo	Kμ	125
			Fertilizante 25-25-0	Kg	140
			Operación	há	Į.
	Otoño	Refertilización	Urea	Kg	63
			Aplicación	há	1
	31/10	Preparación	Glifosato	Litro	4.4
		•	Aplicación	há	1
	05/11	Siembra	Sorgo	Kg	15
			Fertilizante 25-25-0	Κg	125
			Operación	há	1
	1997- 26/2	Enfardado	Fardo(400Kg e/u)	Fardo	12
	17/3	Preparación	Glifosato	Litro	4.4
		•	Coadyuvante(BB5)	Litro	0.11
			Aplicación	há	1
	25/3	Siembra	Avena 1095a	Kg	108
			Fertilizante 25-25-0	Κg	150
			Operación	hả	1
	Otoño	Refert	Urea	Kg	50
			Aplicación	ha	1
	Otoño	Refert.	Urea	Kg	50
			Aplicación	há	I
	Otoño	Refort.	Urea	Kg	50
			Aplicación	há	1
	Prim.	Siembra	Sorgo forrajero	Kg	25
			Fertilizante 25-25-0	Κġ	100
			Operación	há	1
		Refert.	Urea	Kg	50
			Aplicación	há	1
		Enfardado	Fardo(400Kg e/u)	Fardo	11.25

CUADRO Nº6. Historia del Mejoramiento Permanente, potrero Nº12.

MP					
PO1	Fecha	Concepto	Producto	Unidad	Cant/há
12	1995 -Otoño	Siembra	T.B. Lotus Raigrás Fertilizante 20-40-0	Kg Kg Kg	2.6 5.2 9.75 120
	1996-Otoño	Refertiliz ación	Rotativa 0-46-46-0	Kg Kg	120
	1997-Otoño	Refertiliz ación	Rotativa 0-46-46-0	Kg	108

CUADRO Nº7: Propiedades Físicas.

Cr	onograma de actividades		·····	
Fecha	Propiedad Física	Nº muestras	Profundidad	Detalle
14/8	Resistencia a la Penetración	6	40cm de 5 en 5cm	Punta Nº3
	Densidad Aparente	6	de 2 a 8cm	

CUADRO Nº8: Muestras tomadas para determinar calidad de la pastura.

	nograma de tividades.		
Fecha	Nº de potrero	Detalle	Especies
12/6	2	Pradera 2º	L+TB+D
7/7	8	Pradera 2º	TR+R
	10	Cultivo Invierno	A
	126	MP	CN+L+TB
10/7	116	Cultivo Invierno	A
24/7	3	Pradera 3°	L+TB+F
8/8	12e	MP	CN+L+TB

A: avena; CN: campo natural; D: dactilis; F: festuca; L: lotus; R: raigrás; TB: trébol blanco; TR: trébol rojo.

Cuadro Nº9: Mercado de Reposición (precios promedio para razas carniceras y sus cruzas a levantar del establecimiento con pago hasta 30 días, destare promedio del 5% al 7%

según condiciones de carga estipuladas).

			14/8/96	5/9/96	19/9/96	3/10/96	17/10/96	31/10/96	6/11/96	
Novillos go	rdos**	U\$S/kilo	0.80	0.80	0.78	0.78	0.78	0.78	0.76	İ
Vacas gorda	s**	U\$8/kilo	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.71	0.70	
	<u> </u>		14/11/96	29/11/96	6/12/96	11/12/96	26/12/96	16/1/97	5/2/97	
Novillos go	rdos**	U\$S/kilo	0.74	0.74	0.74	0.74	0.72	0.72	0.72	
Vacas gorda	s**	U\$S/kilo	0.67	0.65	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	
			14/3/97	16/5/97	22/8/97	29/8/97	12/9/97	22/10/97	24/11/97	1/4/98
Terneros*	120 a 180kg	U\$\$/kilo	0.825	0.705	0.865	0.875	0.925	0.92	0.945	1.05
Novillitos*	hasta 280kg	U\$S/kilo	0.755	0.655	0.795	0.705	0.825	0.825	0.855	0.925
Novillos*	hasta 360kg	U\$S/kilo	0.705	0.625	0.765	0.775	0.795	0.755	0.775	0.825
Novillos*	más 380kg	U\$S/kilo	0.675	0.595	0.725	0.745	0.775	0.725	0.755	0.785

Fuente: Asociación de Consignatarios de Ganado.

Cuadro Nº10: Costos agrícolas (USS).

Rotación COMPO	Larga (R.L.)	Concepto	Producto	Unidad	Cant/há.	U\$S/unidad	Custo/hé
VENTE	recha	Concepto	Troducto	Cilidad	Catti/ijal	OSSIGNIGAG	COSTO/III
2	1996-20/4/96	Preparación	Glifosato	Litro	4.5	5.2	23.4
			2-4 D	Litro	0.6	3.5	2.1
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1	14	1.40
			Aplicación	há	l	10	10.00
	30/4/96	Sternbra	Trigo (U.E.)	Kg.	120	0.4	48
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	130	0.317	41.21
			Operación	há	1	25	25
	06/09/96	Refertilización	Urea	K <u>ų</u> .	70	297	20.79
			Aplicación	há	1	10	10.00
	18/11/96	Preparación	Glifosato	Litro	5	5.2	26
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1	14	1.40
			Aplicación	há	l	10	10.00
	10/12/96	Siembra	Moha	Kg.	25	0.55	13 75
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	100	0.317	31.7
			Operación	há	1	25	25
3	1996-20/4/96	Preparación	Glifosato	Litro	4,5	5.2	23.4
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.0425	14	0.60
			Aplicación	hà	1	10	10.00
	7/5/96	Siembra	Trigo (L.E. 2199)	Kg.	120	0.4	48
			Dactylis	Kg.	3.75	4.3	16.125
			Festuca.	Kg.	2.9	3.75	10.875
			Lotus	Kg.	6	4.5	27

^{**}Precios al productor, promedios, kg en pie, puesto en planta, negocios al contado.

^{*}Mercado de Reposición (precios promedio para razas carniceras y sus cruzas a levantar del establecimiento con pago hasta 30 días, destare promedio del 5% al 7% según condiciones de carga estipuladas).

1			T.B.	Kg.	3	5	15	1
i			Fertilizante 25-25-0	Kg.	. > 130	0.317	41.210	ļ
			Operación	há	1	25	25	İ
	02/00/04	Refertilización	Urea		70	297	20 79	Total/há.
İ	03/09/90	Retermización	Aplicación	Kg. há	1	10	10.00	248.00
	1007 57167	D-6-411	0-46-46-0					
1 +	1996- 5/4/96	Refertilización		Kg.	100	0.285	28.5	Total/há. 38,50
	-004 41444	5 6 (1)	Aplicación	há		10	10.00	
. 5	1996 -5/4/96	Refertilización	0-46-46-0	Kg.	80	0.285	22.8	Total/há.
			Aplicación	há	l	10	10.00	32.80
1	1996- 3/6/96	Pastera	Rotativa	há	1	8	8.00	
i	19/4/96	Preparación	Glifosato	Litro	4.5	5.2	23.4	
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.04675	14	0.655	
	-011.00		Aplicación	há	1	10	10.00	ļ
	29/4/96	Siembra	Trigo	K g .	125	0.45	56.25	ŀ
			(LE 2199 y Federal)	15	1.10	/ * ! =	44.70	
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	140	0.317	44.38	ŀ
	22.40.10.6	75 	Operación	há	1	25	25	!
ĺ	23/8/96	Refertilización	Urea	Kg.	80	297	23.76	
	77 (10/0/	ъ.	Aplicación	há	!	10	10.00	[
	31/10/96	Preparación	Glifosato	Litro	4.4	5.2	22.88	
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1	14	1.4	ĺ
I	0041106	G' 1	Aplicación	há.	1	10	10.00	
	08/11/96	Stembra	Sorgo forrajero	Kg.	20	ŀ	20.00	
			(Yacaré)	7.5	100	0.013		
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	100	0.317	31.7	
			Operación	há	1	25	25	
	23/12/96	Refertilización	Urea	Kg.	50	0.297	14.85	Total/há.
			Aplicación	há	Į.	10	10.00	337.27
Rotación								
	Corta (R.C.).							
СОМРО	Corta (R.C.).	Concepto	Producto	Unidad	Cant/há.	USS/unidad	Costo/há	
			Producto Glifosato	Unidad Litro	Cant/há.	U\$S/unidad	Costo/há	
COMPO NENTE	Fecha							
COMPO NENTE	Fecha		Glifosato	Litro	4.5	5.2	23.40	
COMPO NENTE	Fecha		Glifosato 2-4 [)	Litro Litro	4.5 0.6	5.2 3.5	23.40 2.10	
COMPO NENTE	Fecha	Preparación	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5)	Litro Litro Litro	4.5 0.6 0.085	5.2 3.5 14	23.40 2.10 1.19	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96	Preparación	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación	Litro Litro Litro há	4.5 0.6 0.085	5.2 3.5 14 10	23.40 2.10 1.19 10.00	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96	Preparación	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo	Litro Litro Litro há Kg.	4.5 0.6 0.085 1 120	5.2 3.5 14 10 0.45	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96	Preparación	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertilizante 25-25-0	Litro Litro Litro há Kg. Kg.	4.5 0.6 0.085 1 120 120	5.2 3.5 14 10 0.45 0.317	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96	Preparación Siembra	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertilizante 25-25-0 Operación	Litro Litro Litro há Kg. Kg.	4.5 0.6 0.085 1 120 120	5.2 3.5 14 10 0.45 0.317 25	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04 25	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96 04/10/96	Preparación Siembra	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertilizante 25-25-0 Operación Urea	Litro Litro Litro há Kg. Kg. há	4.5 0.6 0.085 1 120 120 1	5.2 3.5 14 10 0.45 0.317 25 0.297	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04 25 29.7	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96 04/10/96	Preparación Siembra Refertilización	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertulizante 25-25-0 Operación Urea Aplicación	Litro Litro há Kg. Kg. há Kg.	4.5 0.6 0.085 1 120 120 1 100	5.2 3.5 14 10 0.45 0.317 25 0.297 10	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04 25 29.7 10.00	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96 04/10/96	Preparación Siembra Refertilización	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertilizante 25-25-0 Operación Urea Aplicación Glifosato	Litro Litro há Kg. Kg. há Kg. há Litro	4.5 0.6 0.085 1 120 120 1 100 1	5.2 3.5 14 10 0.45 0.317 25 0.297 10 5.2	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04 25 29.7 10.00 15.6	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96 04/10/96	Preparación Siembra Refertilización	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertilizante 25-25-0 Operación Urea Aplicación Glifosato Coadyuvante(BB5)	Litro Litro há Kg. Kg. há Kg. há Litro Litro	4.5 0.6 0.085 1 120 120 1 100 1 3 0.1	5.2 3.5 14 10 0.45 0.317 25 0.297 10 5.2	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04 25 29.7 10.00 15.6 1.4	
COMPO NENTE	Fecha 1996-20/4/96 03/05/96 04/10/96	Preparación Siembra Refertilización Preparación	Glifosato 2-4 () Coadyuvante(BB5) Aplicación Trigo Fertilizante 25-25-0 Operación Urea Aplicación Glifosato Coadyuvante(BB5) Aplicación	Litro Litro há Kg. Kg. há Kg. há Litro Litro ha	4.5 0.6 0.085 1 120 120 1 100 1 3 0.1	5.2 3.5 14 10 9.45 0.317 25 0.297 10 5.2 14	23.40 2.10 1.19 10.00 54.00 38.04 25 29.7 10.00 15.6 1.4	Total/há.

3	1996- Otoño	Preparación	Excentrica		1	27	27	1
			Glifosato	Litro	4.5	5.2	23.4	i
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.0425	14	0.595	1
			Aplicación	há	ŧ	10	10.00	
	07/05/96	Siembra	Trigo (L.E. 2199)	К¥.	120	0.4	48.00	1
			T.R.	Kg.	8	4.5	36.00	
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	130	0.317	41.21	Total/ha
			Operación	há	l	25	25	211.2
4	1996-Otoño.	Refertilización	0-46-46-0	Kg.	100	0.285	28.5	Total/h
			Aplicación	há	1	10	10.00	38.
1	1996-19/4/96	Preparación	Glitosato	Litto	4.5	5.2	23.4	
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.0425	14	0.595	ŀ
			Aplicación	há	1	10	10.00	
			Trigo (E. Federal)	Kg.	125	0.4	50.00	1
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	140	0.317	44.38	Ì
			Operación	ha	1	25	25	
	23/8/96	Refertilización	Urea	Kg.	72	0.297	21.384	1
			Aplicación	ha	1	10	10.00	l
	31/10/96	Preparación	Chifosato	Litro	4.4	5.2	22.88	1
			Coadyuvante(BB5)	1.itro	0.1	14	1.4	l
			Aplicación	há	ì	10	10.00	1
	06/11/96	Siembra	Sorgo forrajero (Yacaré)	Kġ.	20	1	20 00	
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	100	317	31.70	İ
			Operación	há	1	25	25	
	30/12/96	Refertilización	Urea	Kg.	75 (*)	0.297	7.42	1
			(*) en 3hå.					Į.
			Aplicación	há	l	01	10.00	l
	1997 - 11/2/1997	Refertilización	Отеа	Kg.	70 (*)	0.297	7	
			(*) en 3hå.					Total/h
			Aplicación	há	1	10	19.00	330.1

Cuadro Nº11: Costos agrícolas (U\$S).

Cultivo	Continu	o (C.C.).	<u>-</u>				
POTRERO	Fecha	Concepto	Producto	Unidad	Cant/há.	U\$S/unidad	Costo/ha
11	1996- 20/4/96	Preparación	Glirosato	Litro	4.5	5.2	23.40
			24 D	Litro	1	3.5	3.50
			Aplicación	há	1	10	10.00
	30/4/96	Siembra	Trigo	Kg.	125	0.45	56.25
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	140	0.317	44.38
			Operación	há	1	25	25
	Otoño	Refertilización	Urca	K <u>a</u> .	63	0.297	18.71
			Aplicación	há	1	10	10.00
	31/10/96	Preparación	Glifosato	Litro	4.4	5.2	22.88
			Aplicación	há	1	10	10.00
	05/11/96	Siembra	Sorgo	Kg.	15	1	15
			Fertilizante 25-25-0	Kg.	125	0.317	39.625
			Operación	ha	1	25	25
Mej.	Perm. (M.P.).						
POTRERO	Fecha	Concepto	Producto	Unidad	Cant/há.	U\$S/unidad	Costo/há
12		Amortiz	ación implantación	há			37
	1996-Otoño	Rotativa		há	t	8	8
		Refertilización	0-46-46-0	Kg.	120	285	34.2
			Aplicacion	ha	1	10	10.00

Cuadro Nº12: Costos agrícolas (U\$S).

Rotación	Lar	ga (R.L.)]
COMPO NENTE	Fecha	Concepto	Producto	Unidad	Cant/hà.	USS/unidac	Costo/há	
3	17/3/97	Preparación	Glifosato	Litro	4.4	5.2	22.88	7
			Coadyuvante(BB5)	Litro	01	14	1.40	
			Aplicación	há	1	10	10.00	1
	01/04/97	Siembra	Avena	Kg.	90	0.4	36	1
			Dactylis	Kg.	3.75	4	15	1
			Festuca	Kg.	3.75	2.7	10.125	
			Lotus Corn.	Kg.	6	4.6	27.6	
			T.B.	Kg.	3	5.5	16.5	
			20-40-0	Kg.	150	0.325	48.75	i
			Operación	ha	1	25	25	
	Invierno	Refertilización	Urea	Kg.	50	297	14.85	Total
			Aplicación	há	1	10	10.00	238
4	1997-4/2	Pastera	Rotativa	há	1	8	8.00	
	02/04/97	Refertilización	0-46-46-0	Kg.	100	0.285	28.5	Total
			Aplicación	ha	1	10	10.00	46
5	1997-14/4	Pastera	Rotativa	há	l l	8	8.00	
	Otoño	Refertilización	0-46-46-0	Kg.	108	0.285	30.78	Total
			Aplicación	há	1	10	10.00	48

há l 25 25	179.53
Kg. 150 0.325 48.7	
Kg. 100 0.4 40 Kg. 7 4.5 31.5	
há 1 10 10.0	
Litro 0.1 14 1.4	
Litro 4.4 5.2 22.8	1
Unidad Cant/há. USS/unidad Costo	
há 1 25 25	322.67
Kg. 100 0.317 31.7	Total/ha.
Kg. 30 0.55 16.5	
há 1 10 10.0	
Litro 3 5.2 15.6	
há 1 10 10.0	
Kg. 50 0.297 14.8	1
há 1 10 10.0	
Kg. 50 0.297 14.8	1
ha 1 10 10.0	
Kg. 50 0.297 14.8	1
ha 1 25 25	
Kg. 150 317 47.5	
Kg. 100 0.4 40	
hà I 10 10.0	
Litro 0.055 14 0.77	
Litro 5 5.2 26.0	
há 1 10 10.0	396.56
Kg. 50 0.297 14.8	Total/há.
há 1 25 25	
Kg. 100 0.317 31.7	
Kg. 25 1 25.0	
Litro 3 5.2 15.6	
há 1 10 10.0	
Kg. 70 0.297 20.7	
ha 1 10 10.00	İ
Kg. 50 0.297 14.8	
há 1 25 25	
Kg. 150 0.317 47.5	
Kg. 120 0.4 48.0	1
há 1 25 25.0	
Litro 0.11 14 1.54	1
há 1 27 27.0 Litro 3.4 5.2 17.6	
há i 27 27.0	

	Otoño	Refertilización	0-46-46-0	Kg.	108	0.285	30.78	Total/há.
			Aplicación	há	1	10	10.00	48.78
1	1997-24/2	Preparación	Excentrica	há	t	27	27.00	
	27/2/97		Vibro	há	1	27	27.00	1
	07/04/97		Chifosato	Litro	3.4	5.2	17.68	
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.077	14	1.08	
			Aplicación	há	1	10	10.00	
	10/04/97	Siembra	Trigo (Charrúa)	Kg.	106	0.45	47.70	
			Fertilizante	Kg.	150	0.325	48.75	
			Operación	há	1	25	25	
		Refertilización	Urea	Kg.	₆₀	0.297	17.82	İ
			Aplicación	há	l	10	10.00	
		Preparación	Glifosato	Litro	4.4	5.2	22.88	1
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1	!4	1.4	i
	Primavera	Siembra	Sorgo forrajero	Kg.	25	l	25.00	
			25-25-0	Kg.	100	0.317	31.7	
			Operación	há	1	25	25	
		Refertilización	Urea	Kg.	50	0.297	14.85	Total/há.
			Aplicación	há	1	10	10.00	362.86
!	Otofio	Preparación	Chifosato	Litro	4.5	5.2	23,4	
			Coadyuvante(BB5)	Litro	0.1	14	1.4	
			Aplicación	há]	10	10.00	
		Siembra	Avena	Kg.	100	0.4	40.00	1
			25-25-0	Kg.	130	0.317	41.21	
			Operación	há	1	25	25	Ì
	Otoño	Refertilización	Urea	Kg.	50	0.297	14.85	!
			Aplicación	ha	1	01	10.00	
	Otoño	Refertilización	Urca	Kg.	50	0.297	14.85	
			Aplicación	há	1	10	10.00	
	Otoño	Refertilización	Urea	Kg.	50	0.297	14.85	
			Aplicación	há	l	10	10.00	ŀ
	Primavera	Preparación	Glifosato	l.itro	3	5.2	15.6	1
			Aplicación	ha	1	10	10.00	
		Siembra	Moha	Kg.	30	0.55	16.50	
			25-25-0	Kg.	100	0.317	31.7	Total/há.
			Operación	há	1	25	25	314.36

Cuadro Nº13: Costos agrícolas (U\$S). Continuo (C.C.).

Fecha

Concepto

Cultivo

POT

	して はっかつ	D	C1: 6		T. 'Au	4.4	5.2	22.88	
11	17/3/97	Preparació:			Litro				
			Coad(B)		Litro	0.11	14	1.54	
	0.000	g:	Aplicaci		há	l 108	10 0.4	10.00 43.2	
	43/3/97	Siembra	Avena I		Kg.	108 150	0.4	47.55	
			25-25-0 Onumai		Kg. há	1	25	25	
	()4.3.	D. A. william	Operacionición Urca	on		50	0.297	14.85	
	Otono	Refertiliza			K <u>e</u> .	J.	10	14.83	
	Chart	D = f 1 i	Aplicaci	ЮП	há V	50	0.297	14.85	
	Otono	Refertiliza	cion Grea Aplicaci	! 4 =	Kg. há	310 1	10	10.00	
	()taña	Refertiliza	•	ion	Kg.	50	0.297	14.85	
	Otono	Kelemiza	Aplicaci		há	1	10	10.00	
	Primavera	Siambro	Sorgo	ЮП	Kg.	25	1	25.00	
	rinnavera	Siciliora	forrajere)	VÆ.	2.5	,	25.00	
			25-25-0		Kg.	100	0.317	31.7	
			Operaci	óπ	há	l	25	25	
		Refertiliza	ción Urea		Kg.	50	0.297	14.85	Total/há.
			Aplicaci	ión	ha	1	10	10.00	331.27
Mej.	Perman	ente (M.P.)).						
POTRE RO	Fecha	Concep	to Produ	icto	Unidad	Cant/há.	U\$S/unidad	Costo/há	
12		Amortiza	ción implanta	ción	há			37	
	1997-	Rotativa			hà	ŧ	8	8	
	1997- Otoño								7-4-10-5
		Rotativa Refertiliza			Kg.	108	285	30.78	Total/há.
. <u> </u>	Otoño	Refertiliza	Aplica	ción					Total/há. 85.78
	Otoño Nº14: Co	Refertiliza	Aplica		Kg.	108	285	30.78	
COSTOS	Otoño Nº14: Co S FARDOS	Refertilizadostos	Aplica (U	eión J\$S).	Kg. há	108 L	285	30.78 10.00	85.78
COSTOS	Otoño Nº14: Co S FARDOS	Refertilizadostos	Aplica	eión J\$S).	Kg. há	108	285	30.78 10.00	85.78
C OSTO 1996-199	Otoño Nº14: Co S FARDOS	Refertilizadostos Pe	Aplica (U	ción J\$S). Cant. I	Kg. há	108 L	285	30.78 10.00	85.78 há
C OSTO 8 1996-199	Otoño Nº14: Co S FARDOS	Refertilizadostos Pe	Aplica (U so fardo (kg)	Cant.	Kg. há Fotal	I08 I Cant/há.	285 10 U\$S/unida	30.78 10.00 d Coste/	85.78 há
COSTOS 1996-199 RL	Otoño Nº14: Co S FARDOS 7 Pradera	Refertilizadostos Pe	Aplica (U so fardo (kg) 25	Cant. 7	Kg. há Fotal	108 1 Cant/há.	285 10 U\$S/unida	30.78 10.00 d Coste/ 15.20	85.78 há
COSTOS 1996-199 RL	Otoño Nº 14: Co S FARDOS 7 Pradera: Verdeos	Refertilizado DSTOS Pe	Aplica (U so fardo (kg) 25 400	Cant.	Kg. há Fotal 342	108 1 Cant/há. 9.5 0.88	285 10 USS/unida 1.6	30.78 10.00 d Coste/ 15.20 8.8	85.78
COSTOS 1996-199 RL RC	Otoño Nº14: Co S FARDOS 7 Pradera: Verdeos Pradera:	Refertilizadostos Pe	Aptica (U. so fardo (kg) 25 400 400	Cant. 7	Kg. há Fotal 342 32	108 1 Cant/há. 9.5 0.88	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10	30.78 10.00 d Coste/ 15.20 8.8	85.78
COSTOS 1996-199 RL RC	Otoño Nº14: Co S FARDOS 7 Pradera: Verdeos Verdeos	Refertilizadostos Pe	Aptica (U. so fardo (kg) 25 400 400 436	Cant. 7	Kg. há Fotal 342 32 26	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10	30.78 10.00 d Coste/ 15.20 8.8 10.8 18.3	85.78
COSTOS 1996-199 RL RC CC COSTOS	Otoño Nº14: Co S FARDOS 7 Pradera: Verdeos Verdeos Verdeos S FARDOS	Refertilizados DSTOS Pe	Aptica (U. so fardo (kg) 25 400 400 436	Cant. 7	Kg. há Fotal 342 32 26 44	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10 10	30.78 10.00 d Coste/ 15.20 8.8 10.8 18.3	85.78
COSTOS 1996-199 RL RC CC COSTOS 1997-199	Otoño Nº14: Co S FARDOS 7 Pradera: Verdeos Verdeos Verdeos S FARDOS	Refertilizado DStOS Pe	Aptica (U. so fardo (kg) 25 400 400 436 340	Cant. 1	Kg. há Fotal 342 32 26 44	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08 1.83	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10 10	30.78 10.00 d Coste/ 15.20 8.8 10.8 18.3	85.78
COSTOS 1996-199 RL RC CC COSTOS 1997-199	Otoño Nº14: Co S FARDOS Pradera: Verdeos Verdeos Verdeos S FARDOS	Refertilizado DStOS Pe	Aplica (L) (So fardo (kg) 25 400 400 436 340 (so fardo (kg)	Cant. 1	Kg. há Fotal 342 32 26 44 74	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08 1.83 12.3	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10 10 U\$S/unida	30.78 10.00 d Costo/ 15.20 8.8 10.8 18.3 123	85.78
COSTOS 1996-199 RL CC COSTOS 1997-199 RC	Otoño Nº14: Co S FARDOS Pradera: Verdeos Verdeos S FARDOS	Refertilizados DSTOS Pe	Aptica (L) (So fardo (kg)) 25 400 400 436 340 So fardo (kg) 360	Cant. 1	Kg. há Fotal 342 32 26 44 74	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08 1.83 12.3	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10 10 U\$S/unida 10	30.78 10.00 d Costo/ 15.20 8.8 10.8 18.3 123 d Costo/ 24	85.78
COSTOS 1996-199 RL RC CC COSTOS 1997-199 RC CC	Otoño Otoño Nº14: Co S FARDOS Pradera: Verdeos Verdeos Verdeos Verdeos Verdeos S COSECHA	Refertilizado DStOS Pess Refertilizado DStOS Pess Antique de la companya de l	Aplica (L so fardo (kg) 25 400 400 436 340 so fardo (kg) 360 360 osto(USS)/há	Cant. 1	Kg. há Fotal 342 32 26 44 74 Fotal 58 75	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08 1.83 12.3	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10 10 U\$S/unida 10	30.78 10.00 d Costo/ 15.20 8.8 10.8 18.3 123 d Costo/ 24	85.78
COSTOS 1996-199 RL CC COSTOS 1997-199 RC CC COSTOS TRIGO	Otoño Otoño Nº14: Co S FARDOS Pradera: Verdeos Verdeos Verdeos Verdeos Verdeos S COSECHA	Refertilizado DStOS Pess Refertilizado DStOS Pess Refertilizado DStOS	Aplica (U. so fardo (kg) 25 400 400 436 340 so fardo (kg) 360 360	Cant. 1	Kg. há Fotal 342 32 26 44 74 Fotal 58 75	108 1 Cant/há. 9.5 0.88 1.08 1.83 12.3	285 10 U\$S/unida 1.6 10 10 10 U\$S/unida 10	30.78 10.00 d Costo/ 15.20 8.8 10.8 18.3 123 d Costo/ 24	85.78

Unidad

Producto

Cant/há. USS/unidad Costo/há

Cuadro Nº15: Costos Ganaderos (U\$S).

Costos Sanidad						
ſ	1996-1997	1997-1998				
	USS/há	USS/há				
Mejoramiento Permanente	8	9.5				
Rotación Larga	11.55	11.97				
Rotación Corta	10.58	9.54				
Cultivo Continuo	14.66	15.33				

Cuadro Nº 16: Densidad aparente y contenido de agua volumétrico en el suelo para las cuatro Intensidades de

Uso del Suelo, discriminado por potreros.

	Contenido de agua	Densidad aparente.
	volumétrico en el suelo.	(
	(%)	(g/cm3)
Potrero 1	24	1.37
Potrero 2	29	1.28
Potrero 3	29	1.25
Potrero 4	29	1.3
Potrero 5	27	1.31
Potrero 6	27	1.34
Potrero 7	30	1.29
Potrero 8	26	1.33
Potrero 9	33	1.17
Potrero 10	30	1.27
Potrero 11	24	1.4
Potrero 12	23	1.45

Cuadro Nº17: Resistencia a la penetración para las cuatro Intensidades de Uso del Suelo discriminada por potrero.

Potrero	1	2	3	4	5	6
Profundidad	MPa	MPa	Mpa	MPa	MPa	MPa
0-5	0,402	0.441	0.348	0.435	0.318	0.483
5-10	0.468	0.459	0.417	0.462	0.423	0.531
10-15	0.48	0.465	0.456	0.438	0.459	0.471
15-20	0.429	0.537	0.426	0.393	0.471	0.552
20-25	0.447	0.522	0.429	0.309	0.429	0.567
25-30	0.468	0.486	0.426	0.324	0.345	0.498
30-35	0.459	0.459	0.426	0.348	0.285	0.546
35-40	0.456	0.384	0.408	0.354	0.282	0.471

Potrero	7	8	9	10	11	12
Profundidad	MPa	MPa	Mpa	MPa	MPa	MPa
0-5	0.3	0.39	0.237	0.366	0.519	0.384
5-10	0.408	0.414	0.408	0.414	0.594	0.507
10-15	0.414	0.426	0.522	0.474	0.534	0.444
15-20	0.396	0.429	0.483	0.414	0.558	0.354
20-25	0.372	0.372	0.396	0.354	0.534	0.324
25-30	0.375	0.378	0.321	0.351	0.474	0.306
30-35	0.426	0.429	0.345	0.396	0.45	0.276
35-40	0.429	0.384	0.357	0.408	0.435	0.267

Cuadro Nº18: Resultados de propiedades químicas de las cuatro intensidades de uso del suelo para los años 1995, 1996 y 1997.

para ios and	os 1995, 1996					
	P Bray I (95)		P Bray I (97)		C.Org.(96)	C.Org.(97)
	ppm	Ppm	Ppm	%	%	%
Potrero 1	3.80	5.20	21.20	1.685	1.8	1.41
Potrero 2	2.90	2.70	14.70	1.865	1.25	1.55
Potrero 3	3.30	1.90	11.90	1.915	1.62	1.53
Potrero 4	5.20	2.90	11.00	2.175	1.41	1.75
Potrero 5	3.00	3,50	5.90	1.835	0.95	1.55
Potrero 6	3.95	2.00	12.20	1.74	1.36	1.35
Potrero 7	3.60	4.20	20.50	1.515	1.52	1.7
Potrero 8	3.75	3.10	10.00	1.7	1.75	1.47
Potrero 9	3.20	4.00	10.80	1.71	1.55	1.41
Potrero 10	3.50	1.90	20.60	1.65	1.34	1.45
Potrero 11	4.35	4.80	22.60	1.45	1.66	1.39
Potrero 12	2.65	2.20	12.50	1.59	1.25	1.32
	K (95)	K (96)	K (97)	pH (95)	pH (96)	pH (97)
	meq/100g.	meq/100g.	meq/100g.	(agua)	(agua)	(agua)
Potrero 1	0.240	0.27	0.21	5.45	5.5	4.8
Potrero 2	0.210	0.21	0.18	5.65	5,9	5.6
Potrero 3	0.230	0.25	0.21	5.7	5.7	5.6
Potrero 4	0.230	0.21	0.28	5.5	6	5.7
Potrero 5	0.220	0.29	0.21	5.8	5.6	5.4
Potrero 6	0.220	0.24	0.28	5.6	5.8	5.8
Potrero 7	0.210	0.21	0.26	5.7	5.9	4.9
Potrero 8	0.305	0.26	0.33	5.7	5.6	5.5
Potrero 9	0.250	0.22	0.33	5.6	5.3	5.5
Potrero 10	0.225	0.21	0.26	5.4	5.6	5
Potrero 11	0.195	0.26	0.26	5.9	5.3	5.2
Potrero 12	0.200	0.26	0.31	5.9	6.2	5.3

Cuadro Nº19: Producción animal en fin de invierno-primavera media (14/8/96 al 31/10/96).

		M.P	C.C.	R.C.	R.L.
Carga	7				
(UG/há)	inicial	1.1	1.9	1.2	1.3
	final	1.4	2.8	1.8	1.8
	promedio	1.3	2.3	1.5	1.5
Gan. Diaria					
kg/animal	sobreaños	0.9	1.5	1.2	1.0
J	terneros	0.6	0.9	0.7	0.6
Sobreaños				···	
Kg. P.V./há	inicial	266.2	431.8	287.0	304.6
	final	347,3	643.1	428.6	420.1
Prod. Carne		81,2	211,3	141,6	115,5
kg/há		İ			!
Terneros					
Kg. P.V./há	inicial	150.4	286.5	176.3	200.4
_	final	197.4	411.7	244.1	260.3
Prod. Carne		47.0	125.2	67,8	59.9
kg/há	•				
Kg. P.V./há					
TOTALES	inicial	416.6	718.3	463.3	504.9
	final	544.8	1054.8	672.7	680.4
Prod. Carne kg/há		128.2	336.5	209.4	175.5

Cuadro Nº20: Producción animal en fin de primavera-verano (31/10/96 al 14/3/97).

		M.P	C.C.	R.C.	R.L.
Carga					
(UG/há)	inicial	0.5		1.3	1,2
	final	1,3	-	1.6	1.3
	promedio	1.2	_	1.5	1,5
Gan. Diaria					
kg/animal	sobreaños	0.9(128dias)	-	0.4	0.5
_	terneros	0.6	-	0.3	0.3
Sobreaños					
Kg. P.V./há	inicial	41.5	-	227.6	163.6
-	final	60.5	-	275.4	199.3
Prod. Carne		19	-	47.8	35,7
kg/há		1 1			
Terneros			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		· ·
Kg. P.V./há	inicial	197.4	_	250.0	305.4
_	final	446.8	-	335.4	311.9
Prod. Carne		139,2		95.8	90.7

kg/há				1	
Kg. P.V./bá			<u> </u>		
TOTALES	inicial	238,9	-	477.6	469.1
	tinal	507.3	-	610.8	511.3
Prod. Carne					
kg/há		158.2	-	143.6	126.4

Cuadro Nº21: Producción animal en fin de otoño-invierno (16/5/97 al 22/8/97).

		M.P	C.C.	R.C.	R.L.
Carga	L				
(UG/há)	inicial	1.1	1.8	1.5	1.5
	final	1.2	2.5	2.1	2.0
	promedio	1.2	2.2	1.9	1.7
Gan. Diaria					
kg/animal	sobreaños	0.3	0.9	1.0	0,8
	terneros	0.2	9.6	0.7	0.6
Sobreaños					
Kg, P.V./há	inicial	283.8	446.2	384.4	363.7
	final	318.3	616.0	536.8	478.1
Prod. Carne		34,5	169,8	152,3	114.4
kg/há					<u> </u>
Terneros					
Kg. P.V./há	inicial	134.2	249.9	184.5	190.6
	final	150.6	352.7	277.5	271.5
Prod. Carne		16.4	102.8	93.0	80.9
kg/há	1				
Kg. P.V./há					
TOTALES	inicial	418.0	696.1	568.9	554.4
	final	468.9	968.7	814.2	749.6
Prod. Carne			· / ·		Ī
kg/há		50.9	272.6	245.3	195.2

Cuadro N°22: Producción animal en primavera (22/8/97 al 24/11/97).

		M.P	C.C.	R.C.	R.L.
Carga			(*)		
(UG/bá)	inicial	1.2	2.5	2.1	2.0
	final	2.2	3.0	2.5	2.5
	promedio	1.6	2.8	2.5	2.4
Gan, Diaria					
kg/animal	sobreaños	1.0	0.8	1.0	0.9
	terneros	0.9	0,6	0.7	0.7
	terneras	-	-	0,9	0.8
	otros	-	_	1,2	0.3

Sobreaños	·····			···	<u> </u>
	inicial	318.3	616.0	536.8	478.1
Kg. P.V./há					,
	final	502.2	707.5	409.3	470.6
Prod. Carne		1			
kg/há	producción	117.0	91.5	136.0	114.1
Terneros					
Kg. P.V./há	inicial	150,6	352.7	277.5	271.5
	final	328.1	424.3	367.9	374.9
Prod. Carne		T			
kg/há		93,8	71.6	86.7	89.8
Terneras					
sobrecarga	inicial	-		106.2	88.3
Kg. P.V./há	final		-	131.2	102.1
Prod. Carne					
kg/há	producción	-	-	39.7	29.0
Otros			i		
sobrecarga	inicial	-	-	23.3	14.2
Kg. P.V./há	final	-	-	29,4	16.4
Prod. Carne		1			ĺ
kg/há	producción	-	-	7.6	2.1
Kg. P.V./há					
TOTALES	inicial	468.9	968.7	814.2	749.6
	final	830.3	1131.8	937.8	963.9
Prod. Carne					
kg/há	producción	210.8	163.1	270.1	235.0

Cuadro N°23: Producción animal en fin de verano-inicio de otoño (2/2/98 al 30/3/98).

inicial final promedio sobreaños	2.1 2.3 2.2	-	1.6 1.8 1.7	1.7 2.0 1.9
final promedio	2.3 2.2	- - -	1.8 1.7	2.0 1.9
promedio	2.2	<u>-</u>	1.7	1.9
		<u>-</u>		
sobreaños	0.5		0.8	0.0
sobreaños	0.5		0.8	0.0
		1 ~	0.0	1 0.9
terneros	0.7	-	1.0	0.9
otros	0.0	-	0,0	0.9
inicial	446.2	-	245.7	289.8
final	478.8	-	275.9	332.8
producción	32.7		30.3	43,0
1	otros inicial final	inicial 446.2 final 478.8	inicial 446.2 - final 478.8 -	inicial 446.2 - 245.7 final 478.8 - 275.9

Kg. P.V./há	inicial	359.3	-	348.7	355.7
_	final	408.5		421.0	426.3
Prod. Carne kg/há	producción	49.2		72.4	70,6
Otros					
sobrecarga	inicial	-	_	_	7.4
Kg. P.V./há	final	-	_	-	8.9
Prod. Carne kg/há	producción	_	_	_	1,4
Kg. P.V./há					
TOTALES	inicial	805.5		594.3	652.9
	final	887.3	-	697.0	768.0
Prod. Carne kg/há	producción	81.8	-	102.6	115.0

Cuadro Nº24

Parametrización Mejoramientos 1996-1997

			Casios		
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%
-20%	90.8	81.1	71.4	61.6	51.9
-10%	111.9	102.2	92.4	82.7	73.0
0%	132.9	123.2	113.5	103.8	94.1
10%	154.0	144.3	134.6	124.9	115.1
20%	175.1	165.4	155.6	145.9	136.2

Cuadro Nº25

Parametrización Rotación larga 1996-1997

			Costos		
Ingresus	-20%	-10%	0%	10%	20%
-20%	62.3	42.6	22.8	3.1	-16.6
-10%	89.9	70.1	50.4	30.6	10.9
0%	117.4	97.6	17.9	58.2	38.4
10%	144.9	125.2	105.4	85 .7	66,0
20%	172.4	152.7	133.0	113.2	93.5

Cuadro Nº26

Parametrización Rotación Corta 1996-1997

Costos							
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%		
-20%	65.3	38.9	12.6	-13.8	-40.2		
-10%	99.8	73.4	47.1	20.7	-5.6		
0%	134.3	108.0	81.6	55.2	28.9		
10%	168.8	142.5	116.1	89.8	63.4		
20%	203 4	177.0	15 0.6	124.3	97.9		

CuNº27 Parametrización Cultivo Continuo 1996-1997

Costos						
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%	
-20%	24.9	-19.3	-63.4	-107.5	-151.7	
-10%	72.1	28.0	-16.2	-60.3	-104.4	
0%	119.4	75.2	31.1	-13.0	-57.2	
10%	166.6	122.5	78.4	34.2	-9.9	
20%	213.9	169.7	125.6	81.5	37.3	

Cuadro Nº28

Parametrización Mejoramiento Permanente 1997-1998

ſ		Cos	stos		
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%
-20%	216.6	207.0	197.5	188.0	178.4
-10%	253.2	243.6	234.1	224.6	215.0
0%	289.8	280.2	270.7	261.2	251.6
10%	326.4	316.8	307.3	297.8	288.2
20%	363.0	353.4	343.9	334.4	324.8

Cuadro Nº29

Parametrización Rotación larga 1997-1998

			Costos		
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%
-20%	226.6	207.0	187.4	167.8	148.2
-10%	274.5	254.9	235.3	215.7	196.1
0%	322.4	302.8	283.2	263,6	244.0
10%	370.3	350.7	331.1	311.5	291.9
20%	418.2	398.6	379.0	359.4	339.8

Cuadro Nº30

Parametritación Rotación Corta 1997-1998

Costos									
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%				
-20%	237.8	211.5	185.3	159.0	132.8				
-10%	293.7	267.5	241.2	215.0	188.8				
0%	349.7	323,4	297.2	271.0	244.7				
10%	405.6	379,4	353.2	326.9	300.7				
20%	461.6	435.4	409.1	382.9	356.6				

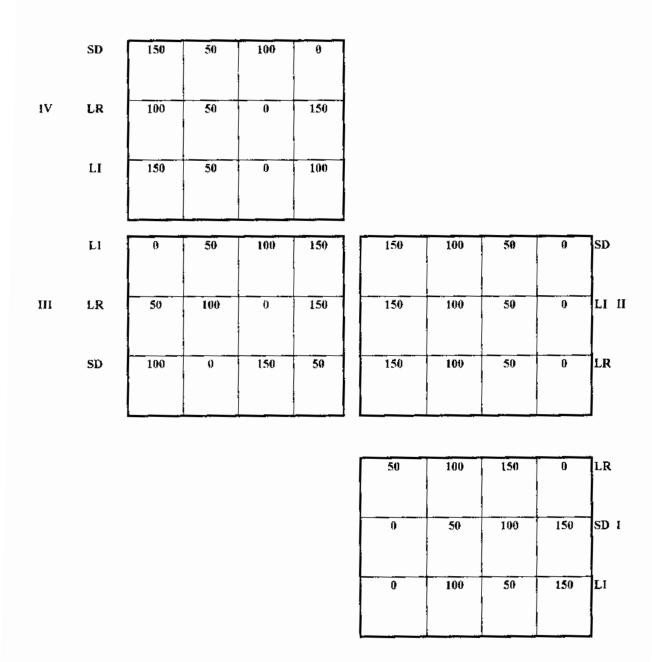
Cuadro Nº31

Parametrización Cultivo Continuo 1997-1998

Costos							
Ingresos	-20%	-10%	0%	10%	20%		
-20%	121.4	72.9	24.4	-24.1	-72.6		
-10%	88.0	88.0	88.0	39.6	88.0		
0%	248.7	200.2	151.7	103.2	54.7		
10%	312.3	263.9	215.4	166.9	118.4		
20%	376.0	327.5	279.0	230.5	182.0		

CROKIS Nº2 de Bloques y Parcelas al Primer Pastoreo (Potrero Nº11).

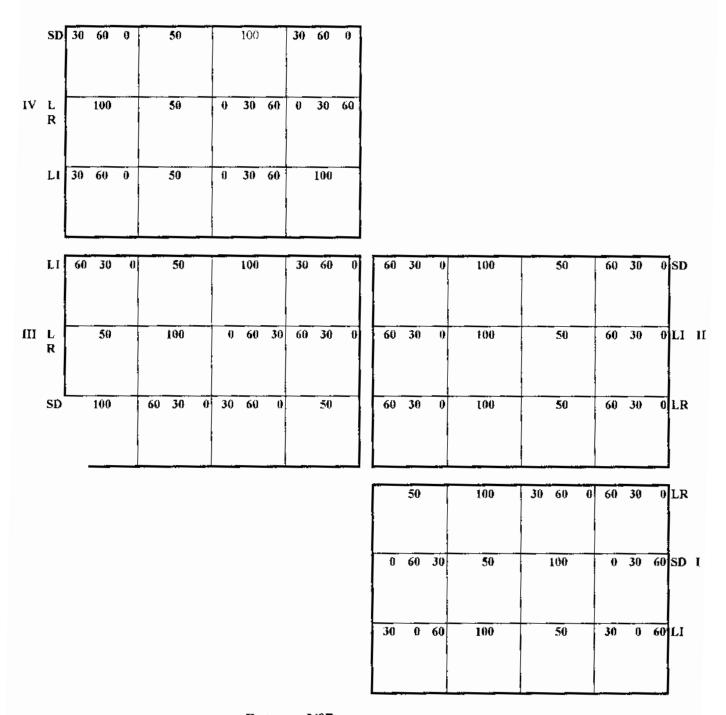
Potreo Nº1



Potrero Nº7

CROKIS Nº3 de Bloques y Parcelas al Segundo y Tercer Pastoreo, y al Segundo Rechazo (Potrero Nº11).

Potreo Nº1



Potrero Nº7

CUADRO Nº32: Propiedades Químicas.

Cronograma actividades								
Fecha	Momento del ciclo	Nº de muestras	Prof. (cm)	Prop.	Químicas	-		
25/3	A la siembra	10	0-15	N-NO3 (ug N/g)	pH(H2O)	%C.Org.	P Bray I (ug P/g)	K (meq./100g)
24/4	Al macollaje	10	0-2.5 2.5-5 5-15	N-NO3 (ug N/g)	pH(H2O)	%C.Org.	P Bray I (ug P/g)	
30/5	Después del Primer pastoreo	4	0-5 5-15	N-NO3 (ug N/g)				
10/7	Después del Segundo pastoreo	3	0-15	N-NO3 (ug N/g)				

CUADRO Nº33: Propiedades Físicas.

Fecha	Propiedad Fisica	Nº muestras	Profundidad	Detaile
12/6	Resistencia a la Penetración	3	30cm	Punta Nº4
			de 5 en 5cm	
	Densidad Aparente	3	de 2 a 8cm	
	Contenido de agua volumétrico en el suelo			
22/10	Resistencia a la Penetración	4	40cm	Punta Nº2
			de 5 en 5em	
	Densidad Aparente	4	de 2 a 8cm	
	Contenido de agua volumétrico en el suelo.			

CUADRO Nº34: Muestreo de materia seca.

Crono	Cronograma de actividades.									
Fecha	Disponible//Rechazo	Nº de cortes/parcela	Dimensiones de la parcela							
14/5	Primer disponible	4	10m*10m							
29/5	Primer rechazo	4	10m*10m							
26/6	Segundo disponible	3	3.33m*10m							
10/7	Segundo rechazo	3	3.33m*10m							
21/8	Tercer disponible	3	3.33m*10m							

Cuadro Nº34: ANOVA.

P (25/3)					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	82.91			
Laboreo	2	49.14	1		
SDvs(LI,LR)	1	39.015	39.015	5.24	0.062
LIvsLR	1	10.125	10.125	1.36	0.2877
Error(a)(rep*lab)	6	44.66			
TOTAL	11	176,71			

Cuadro N°35: ANOVA.

N-NO3 (25/3)					
F.V	G.L	\$.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	152,4291667			
Laboreo	2	305.3266667			
SDvs(LI,LR)	1	74.2016667	74.2016667	3.29	0.1195
LIvsLR	L	231.125	231.125	10.25	0.0185
Error(a)(rep*lab)	6	135.23333			
TOTAL	11	592.9891			

Cuadro Nº36: ANOVA

C.ORG (25/3)			<u> </u>		
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.18256667	,		
Laboreo	2	0.20521667	7		
SDvs(LI,LR)	1	0.16170417	0.16170417	30.34	0.0015
LivsLR	1	0.0435125	0.0435125	8.16	0.0289
Error(a)(rep*lab)	6	0.03198333	0.00533056		
TOTAL	11	0.41976667			

Cuadro Nº37: ANOVA.

K (25/3)		-			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.0162			
Laboreo	2	0.00606667	1		
SDvs(LLLR)	1	0.00601667	0.00601667	1.96	0.2108
LIvsLR	l t	0.00005	0.00005	0.02	0.9026
Error(a)(rep*lab)	6	0.0184			
TOTAL	11	0.04066667			

Cuadro N°38: ANOVA.

PH(25/3)					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.84916667			
Laboreo	2	0.005]		
SDvs(Ll,LR)	[0.00375	0.00375	0.33	0.5869
LivsLR	1	0.00125	0.00125	0.11	0.7517
Error(a)(rep*lab)	6	0.06833333	0.01138889		
TOTAL	Ji	0.9225			

Cuadro Nº39: ANOVA.

Implantación (4	/97)		······································	·· <u>·</u>	
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	6924.2333			
Laboreo	2	6543.68083			
SDvs(LI,LR)	1	6391.7752	6391.7752	3.5	0.1104
LlvsLR	1	151.905625	151.905625	0.08	0.7827
Error(a)(rep*lab)	6	10949.11917	1824,8531		
TOTAL	11				

Cuadro Nº40: ANOVA.

Cobertura del su	elo po l 5/4	or restos secos			
F.V	G.I.	. S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	25.79167		-	
Laboreo	2	12131.65625			
SDvs(LLLR)		1 12015.375	12015.375	605.55	0.0001
LIvsLR		1 116.28125	116,28125	5.86	0.0518
Error(a)(rep*lab)	6	119.05208	19.84201		
TOTAL	11	12276.5			

Cuadro Nº41: ANOVA.

Fósforo al Maco	llaje (pr	of, 0-2.5cm)			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	55.0566			·
Laboreo	2	10801.081	1		
SDvs(LI,LR)	1	1711.97	1711.97	54.38	0.0003
LlvsLR	1	89.11	89.11	2.83	0.1435
Error(a)(rep*lab)	6	188.8983	31.48305		
TOTAL	11	2045.036		•	

Cuadro Nº42: ANOVA.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	44.4366			
Laboreo	2	4.7816	1		
SDvs(Lf,LR)		4.7704	4.7704	0.35	0.5774
LlvsLR	1	0.01125	0.01125	0	0.9781
Error(a)(rep*lab)	6	82.53833	13.7563		
TOTAL	11	131.7516		•	

Cuadro Nº43: ANOVA.

Fósforo al Maco	llaje (pr	rof. 5-15cm)			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	9.67583			
Laborco	2	3.065	7		
SDvs(LI,LR)	i	1.35375	1.35375	0.07	0.7946
LivsLR	1	1.71125	1.71125	0.09	0.77
Error(a)(rep*lab)	6	109 6616	18.27694		
TOTAL	11	122.4025			

Cuadro Nº44: ANOVA.

Nitratos al Maco	llaje (p	orof. 0-2.5cm)			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	873,00916			
Laboreo	2	3.0816667]		
SDvs(LI,LR)	1	1.55041667	1.55041667	0.01	0.9158
LivsLR	1	1.53125	1.53125	0.01	0.9163
Error(a)(rep*lab)	6	765.19833	127.533		
TOTAL	1 I	1641.289167			

Cuadro Nº45: ANOVA.

Nitratos al Maco	llaje (p	rof. 2.5-5cm)			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	1296.0366			
Laboreo	2	644.08166	į.		
SDvs(LLLR)	1	548.17041	548.17041	8.99	0.0241
LIvsLR	1	95.91125	95.91125	1.57	0.2564
Error(a)(rep*lab)	6	365.85833	60.97638		
TOTAL	11	2305.97666	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		

Cuadro Nº46: ANOVA.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	724.54666			
Laboreo	2	1244.3466			
SDvs(LLLR)	1	468,1666	468.1666	40.76	0.0007
LIvsLR	1	776.18	776.18	67.58	0.0002
Error(a)(rep*lab)	6	68.9133	11.48555		
TOTAL	11	2037,8066			

Cuadro Nº47: ANOVA.

C.Org. al Macol	laje (pr	of. 0-2.5cm)			
F,V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.501625			
Laboreo	2	2.25831667	1		
SDvs(LLLR)	1	1.90970417	1.90970417	20.14	0.0042
LIvsLR	1	0.3486125	0.3486125	3.68	0.1036
Error(a)(rep*lab)	6	0,56895	0.094825		
TOTAL	11	3.32889167			

Cuadro Nº48: ANOVA.

C.Org. al Macol	laje (p	orof. 2.5-5cm)	···		
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.1712			
Laboreo	2	0.22661667	7		
SDvs(LLLR)		0.12760417	0.12760417	3.76	0.1006
LlvsLR		0.0990125	0.0990125	2.92	0.1385
Error(a)(rep*lab)	6	0.20365	0.03394167		
TOTAL	11	0.60146667			

Cuadro Nº49: ANOVA.

C.Org.al Macol	laje (pr	of. 5-15cm)			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.36169167			
Laboreo	2	0.01321667	1		
SDvs(LI,LR)	1	0.00601667	0.00601667	0.56	0.4842
LivsLR	1	0.0072	0.0072	0.66	0.446
Error(a)(rep*lab)	6	0.06498333	0.1083056		
TOTAL	11	0.43989167			

Cuadro N°50: ANOVA.

pH al Macolla	je (pro	f. 0-2.5 cm)		-	
F,V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.1225			
Laboreo	2	0.00666667	1		
SDvs(Ll,LR)	1	0.00166667	0.00166667	0.5	0.506
LlvsLR	1	0.005	0.005	1.5	0.2666
Error(a)(rep*lab)	6	0.02	0.0033333		
TOTAL	11	0.14916667			

Cuadro Nº51: ANOVA.

pH al Macolla	je (pro	f. 2.5-5cm)			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.61583333			
Laboreo	2	0.05166667	1		
SDvs(LLLR)	1	0.02041667	0.02041667	1.99	0.2084
LlvsLR	1	0.03125	0.03125	3.04	0.1318
Error(a)(rep*lab)	6	0.06166667	0.01027778		
TOTAL	11	0.72916667	T		

Cuadro Nº52: ANOVA.

pH al Macolla	ije (pro	f. 5-15cm)	•		
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	1.56916667			
Laboreo	2	0.06			
SDvs(LI,LR)	1	0.015	0.015	1.23	0.3104
LIvsLR	1	0.045	0.045	3.68	0.1034
Error(a)(rep*lab)	6	0.0733333	0.012222		
TOTAL	11	1.7025			

Cuadro Nº53: ANOVA.

Cudaro it 55.	2 12 11 7	,			
MS DISPONIBL	E				
lº Pastoreo					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	1195273.1220			
Laboreo	2	115568,505			
SDvs(LI,LR)	1	110615.8926	110615.8926	3.21	0.1235
LIvsLR	1	4952.6128	4952.6128	0.14	0.7178
Error(a)(rep*lab)	6	206938.625	34489.771		
N	3	141154.806			
N0vsOtros	1	72060.9284	72060.9284	1.77	0.1946
N2vsOtros	į l	1486,9422	1486.9422	0.04	0.8499
N3vsN4	1	67606.935	67606.935	1.66	0.2085
N*Laborco	6	345718.506			
CLab1*CN1	1	81288.48	81288.48	2	0.1691
		,			

CLab1*CN2]	-1	64384.8334	64384.8334	1.58	0.2194
CLab1*CN3		1	139029,9769	139029.9769	3.41	0.0756
CLab2*CN1		1	23741.6051	23741.6051	0.58	0.4518
CLab2*CN2		1	3610.5352	3610.5352	0.09	0.7682
CLab2*CN3		ı	33663.0756	33663,0756	0.83	0.3713
Error(b)	27		1099511.521	40722.649		
TOTAL	47		3104165,085		·	

Cuadro Nº54: ANOVA.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	519385.2150			
Laboreo	2	388571.8258			
SDvs(LI,LR)		373632.8752	373632.8752	7.38	0.0348
LIvsLR		14938,9506	14938.9506	0.29	0.6066
Error(a)(rep*lab)	6	303845.3275	50640.8879		
N	1	10061.415	10061.415	0,35	0.5664
N*Laboreo	2	1002.8025			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
N0vsN150,Sdvsotros		723.0769	723.0769	0.03	0.8768
N0vsN150,LIvsLR		279.7256	279.7256	0.01	0.9231
Error(b)	9	496694.079	55188.231		
TOTAL	23	1817807.397		,	

Cuadro N°55; ANOVA.

MS UTILIZADA (Kg	g/há)				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	376433.79			
Laboreo	2	1500732.876			
SDvs(LI,LR)]	1257412.65	1257412.65	13.73	0.01
LlvsLR	1	243320.226	243320,226	2.66	0.1542
Error(a)(rep*lab)	6	549400.177	91566,696		
N1	1	262587.84	262587.84	3.1	0.1121
Lab*N1	2	174791.253			
(SD vs Otros)*] 1	114631.427	114631.427	1.35	0.2746
(N10 vs N1150)				1	
(LIvsLR)*]	60159.826	60159.826	0.71	0.4212
(N10 vs N1150)					
Error(b)(Lab*N1)	9	174791.253	87395.626		
TOTAL	23	3626214.593			

Cuadro Nº56: ANOVA.

MS UTILIZADA (%)			· · · · · ·		···
1º Pastoreo					<u> </u>	,
F.V	G.	ַ	S.C	C.M	F	Pr>F
Repetición	3		2079.32			
Laboreo	2		4494.462			
SDvs(LI,LR)		1	3389.232	3389.232	8.19	0.0287
LÍvsLR		l	1105.23	1105.23	2.67	0.1533
Error(a)(rep*lab)	6		2482.221	413.703		
N1	1		756.902	756.902	2.68	0.1361
Lab*N1	2		860.752			
(SD vs Otros)*	1	1	451.904	451.904	1.6	0.2378
(N10 vs N1150)						•
(LIvsLR)*		1	408.848	408.848	1.45	0.2597
(N10 vs N1150)					<u> </u>	
Error(b)(Lab*N1)	9		2542.875	282,541		
TOTAL	23		13216.534			

Cuadro N°57: ANOVA.

Nitratos después del	1" pastor	co (30/5)			Prof.0-5cm.
F.V	G.L	T	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3		270.6879			
Laboreo	2	1	152,4608			
SDvs(LI,LR)	ļ	1	148.7552	148.7552	4.95	0.0678
LIvsLR		1	3.7056	3,7056	0.12	0.7376
Error(a)(rep*lab)	6		180,4358	30.0726		
N1	ì		2402	2402	76.34	0.0001
lab*N1	2	_	52.4858			
(N10 vs N1150)* (SD vs Otros)		1	35.8802	35.8802	1.14	0.3134
(N10 vs N1150)* (LI vs LR)		1	16.6	16.6	0.53	0.486
Error	9		283.1787	31.4643		
Total	23	1	3341.24		_	

Cuadro Nº58: ANOVA.

Nitratos después del		Prof.5-15cm.				
F.V	G.1	_	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3		242.99			
Laborco	2		685.83			
SDvs(LI,LR)		!	340.8	340,8	28.49	0.0018
LivsLR	Į	1	345.03	345.03	28.84	0.0017
Error(a)(rep*lab)	6		71.78	11.9637		
N1]		1985.62	1985.62	30.1	0.0004
lab*Ni	2	1	222.46			
(N10 vs N1150)*		!	40.88	40.88	0.62	0.452

(SD vs Otros) (N10 vs N1150)* (LI vs LR)	1	181.57	181.57	2.74	0.132
Error	9	595,4337	66.15		
Total	23	3804,11			

Cuadro Nº59:	ANC)VA			
RESISTENCIA A					
PENETRACIÓN	12/6				
Prof1:0-5 cm.					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.03104092			
Laboreo	2	0.12919617			
SDvs(LI,LR)	l	0.12892004	0.12862004	78.28	0.0001
LIvsLR	1	0.00027612	0.00027612	0.17	0.6964
Error(a)(rep*lab)	6	0.00988183	0.00164697		
TOTAL	11	0.17011892			
			•		
Prof 2:5-10 cm.	j				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00730825			
Laboreo	2	0.18131317			
SDvs(LI,LR)	1	0.15957704	0.15957704	19.43	0.0045
LIvsLR	l i	0.02173613	0.02173613	2.65	0.1549
Error(a)(rep*lab)	6	0.0492895	0.00821492		·
TOTAL	11	0.23791092			
			ŀ		
Prof3:10-15 cm.					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.03159625			l
Laboreo	2	0.0009195	1		
SDvs(LLLR)	,	0.00051338	0.00051338	0.11	0,7497
LivsLR	ı	0,00040613	0.00040613	0.09	0.7763
Error(a)(rep*lab)	6	0.0275905	0.00459842		·
TOTAL	11	0.06010625			
			J		
Prof 4:15-20cm.	1				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.02688558	0.11		11111
Laboreo	2	0.0200165			
SDvs(LI,LR)	2	0.01669538	0.01669538	3.64	0.1049
LivsLR	¹	0.01669338	0.01869338	0.72	0.1049
Error(a)(rep*lab)		0.00332112	0.00332112	0.72	0.4272
			0.00438109		
TOTAL	11	0.07439225]		
l					

Prof 5:20-25cm.]				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00191625			
Laboreo	2	0.0093605]		
SDvs(LI,LR)	1	0.00900938	0.00900938	5.01	0.0665
LivsLR	[[0.00035112	0.00035112	0.2	0.6741
Error(a)(rep*lab)	6	0.0107935	0.00179892		
TOTAL	11	0.02207025			
Prof 6:25-30cm.	1				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
F.V Repetición	G.L	S.C 0.00844892	C.M	F	Pr.>F
			C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00844892	0.00308267	F	Pr.>F
Repetición Laboreo	3	0.00844892 0.00669517			
Repetición Laboreo SDvs(LI,LR)	3 2 1	0.00844892 0.00669517 0.00308267	0.00308267	1.41	0.2806

Cuadro Nº60: ANOVA.

FV	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Γ. γ	U.L		C.W		F1F
Repetición	3	0.01029167			
Laboreo	2	0.00446667	Ì		
SDvs(LI,LR)	1	0.00426667	0.00426667	0.65	0.4495
LIvsLR	1	0.0002	0.0002	0.03	0.8668
Error(a)(rep*lab)	6	0.03913333	0.00652222		
TOTAL	11	0.05389167			

Cuadro Nº61: ANOVA.

Contenido de a volumétrico (12					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	11,28389			
Laboreo	2	11.86421	5.932108	1.8	0.2439
Error(a)(rep*lab)	6	19,75578	3.2926		· <u> </u>
TOTAL	1!	42.90389			

Cuadro Nº62: ANOVA.

ME DICOMIDIC	_	_	\							
MS DISPONIBLE (kg/hå)										
2º Pastoreo.	G.		S.C	C.M	F	Pr.>F				
	3			C.IVI		11.71				
Repetición	1	_	1551471.222							
Laboreo	2		85019.694							
SDvs(LLLR)	ļ	1	76406.1736	76406.1736	0.39	0.5574				
LIvsLR		l	8613.5208	8613.5208	0.04	0.8417				
Error(a)(rep*lab)	6		1188597,528	198099.588						
NI	Į.		817068.056	817068.056	2.55	0.1194				
lab*N1	2		292644.528							
(N10 vs N1150)*	ł	1	121162,0069	121162.0069	0.85	0.3794				
(LI vs Otros) (N10 vs N1150)* (SD vs LR)		1	171482.5208	171482,5208	1.21	0.2999				
Error(Rer*lab*N1)	9		1275866,083	141762.898						
N2	2		582852.861							
N20 vs Otros	ļ	Ì	557137.8403	557137.8403	1.74	0.196				
N230 vs N260		1	25715,0208	25715.0208	0.08	0.7788				
Lab*N2	4		1321403.222							
(LI vs Otros)*		1	40233.3889	40233.3889	0.13	0.7254				
(N20 vs Otros) (LI vs Otros)* (N230 vs N260)		1	35882.6667	35882,6667	0.11	0.7401				
(LR vs SD)* (N20 vs Otros)		1	826217.0417	826217.0417	2.57	0.1174				
(LR vs SD)* (N230 vs N260)	•	l	419070,125	419070.125	1.31	0.2607				
N1*N2	2		139149.528							
(N10 vsN1150)*		1	2296,0069	2296,0069	10.0	0.9331				
(N20 vs Otros) (N10 vs N1150)* (N230 vs N260)		1	136853.5208	136853.5208	0.43	0.5179				
Error(lab*N1*N2)	4		2660032.389	665008.097						
Егтог	36		11555756.67	320993.241						
Total	71		21469861.78							

Cuadro Nº63: ANOVA.

	Contenido de materia seca en el forraje verde al 2º disponible.							
F.V	G.L	S.C	C.M.	F	Pr.>F			
Repetición	3	205.49763	0.111	<u> </u>				
Laboreo	12	1.0252	i					
SDvs(Li.LR)	-	1.02515	1.02515	<u> </u>	0.356			
LIvsLR	1	0.00005	0.00005	0	0.9945			
Error(a)(rep*lab)	16	6.1523917	1.0253986	<u> </u>	3,7,7,10			
NI	ī	42.3660125	42,3660125	52.87	0.0001			
lab*N l	2	3.398575		<u> </u>				
(N10 vs N1150)*	1	1.78890625	1.78890625	0.93	0.3598			
(LI vs Otros) (N10 vs N1150)* (SD vs LR)	1	1.60966875	1.60966875	0.84	0.3839			
Error(Rer*lab*N1)	9	17.290129	1.9211255					
N2	2	4.8083583		,				
N20 vs Otros	1	1.134225	1.134225	1.42	0.242			
N230 vs N260	i	3,674133	3.674133	4.58	0.0391			
Lab*N2	4	5.9395333						
(LI vs Otros)*	1	0.5618	0.5618	0.7	0.408			
(N20 vs Otros) (Lf vs Otros)* (N230 vs N260)	1	0.37	0.37	0.45	0.5012			
(LR vs SD)*	1	1.60166	1.60166	2	0.166			
(N20 vs Otros) (LR vs SD)* (N230 vs N260)	1	3,40605	3.40605	4.25	0.0465			
N1*N2	2	7.8848083						
(N10 vsN1150)*	1	7.7284	7.7284	9.64	0.0037			
(N20 vs Otros) (N10 vs N1150)* (N230 vs N260)	ı	0.156408	0.156408	0.2	0.6613			
Error(lab*N1*N2)	4	7.7018667	1.9254667					
Error	36	28.8499667	355333.93					
Total	71	330.9144875						

Cuadro	N796.1	ANOVA	
л паато	N-04:	ANOVA	

MS UTILIZADA (k									
2º Pastoreo.									
F V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F				
Repetición	13	3445511.819			11				
Laboreo	2	143956,778	1						
1				0.00					
SDvs(LI,LR)] !	1820.444	1820.444	0.01	0.913				
LlvsLR	!	142136,333	142136.333	1.01	0.3531				
Error(a)(rep*lab)	6	842129,222	140354.87						
N1	ı	1162050.125	1162050,125	4.16	0.0487				
lab*N1	2	229702.333							
(N10 vs N1150)*	Į į	64262.25	64262.25	i	0.3443				
(Li vs Otros)									
(N10 vs N1150)*	1	165440,083	165440.083	2.56	0.1438				
(SD vs LR)					<u> </u>				
Error(Rer*lab*N1)	9	580626.375	64514.042						
N2	2	546360.028							
N20 vs Otros	1	467628.028	467628.028	1.68	0.2038				
N230 vs N260	l	78732	78732	0.28	0.5986				
Lab*N2	4	1402543.889							
(LI vs Otros)*	1	22015.014	22015.014	0.08	0.7804				
(N20 vs Otros)	'								
(LI vs Otros)*	1	177504	177504	0.64	0.4304				
(N230 vs N260)									
(LR vs SD)*	1	849384.375	849384.37 <i>5</i>	3.04	0.0896				
(N20 vs Otros) (LR vs SD)*	l i	353640.5	353640.5	1.27	0.2678				
(N230 vs N260)	'	333040.3	5.73040.5	1.27	0.2078				
N1*N2	2	263752.75							
(N10 vsN1150)*	[]	8836	8836	0.03	0.8598				
(N20 vs Otros)	'	0000	0.020	0.00	0,00,00				
(N10 vs N1150)*	1	254916.75	254916,75	0.91	0.3456				
(N230 vs N260)									
Error(lab*N1*N2)	4	3375302.167	843825.542		-				
Error	36	10047549.83	279098.61						
Total	71	22039485.32							

Cuadro Nº65: ANOVA.

MS UTILIZADA (%	V V Z			<u></u>	
2º Pastoreo.	,				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	6153.516			
Laboreo	2	901.882	1		
\$Dvs(LI,LR)	1	328.213	328.213	15.66	0.0075
LIvsLR	1	573,668	573.668	27.37	0.002
Error(a)(rep*lab)	6	125.777	20.962		
NI	i	249.984	249.984	4.32	0.0448
lab*N1	2	21.1452			
(N10 vs N1150)*	l l	21.137	21.137	0.44	0.5229
(LI vs Otros) (N10 vs N1150)* (SD vs LR)	l l	0.00585	0.00585	0	0.9914
Error(Rer*lab*N1)	9	430,513	47.834		
N2	2	57.87		_	
N20 vs Otros	1	1.602	1.602	0.03	0.8688
N230 vs N260	1	56,268	56.268	0.97	0.3306
Lab*N2	4	534.069		•	
(LI vs Otros)* (N20 vs Otros)	1	4.0493	4.0493	0.07	0.7929
(LI vs Otros)* (N230 vs N260)	1	298.814	298.814	5.17	0.0291
(LR vs SD)* (N20 vs Otros)	i	185,676	185,676	3.21	0.0816
(LR vs SD)* (N230 vs N260)	l	45.529	45.529	0.79	0.3809
N1*N2	2	214.406			
(N10 vsN1150)*	1	2.6	2.6	0.04	0.8333
(N20 vs Otros) (N10 vs N1150)* (N230 vs N260)	1	211.806	211.806	3.66	0.0637
Error(lab*N1*N2)	4	1108.155	277.038	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Error	36	2082.671	57.851	1	
Total	71	11879.991		1	

Cuadro Nº66: ANOVA.

Nitratos después del	2° past	oreo (Julio)			Prof.0
	1				15cm.
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	161.14			
Laboreo	[2	36.68			
SDvs(LI,LR)] 1	36,6	36.6	1.82	0.2263
LIvsLR	1	0.083333	0.083333	0	0.9508
Error(a)(rep*lab)	6	120.83	20.1388		
NI	1	682.03	682.03	53.51	0,000
lab*N1	2	54.6936			
(N10 vs N1150)*	[1	25.0834	25.0834	1.77	0.2166
(SD vs Otros) (N10 vs N1150)* (LI vs LR)	1	29.6102	29,6102	2.08	0.1823
Error(Rer*lab*N1)	9	127.83	14,2034	1.11	0.3779
N2	2	80.1233	40.0616	3.14	0.0552
N20 vs Otros	1	41.6025	41.6025	3.26	0.0792
N230 vs N260	1	38.520833	38.520833	3.02	0.0907
Lab*N2	4	64.1958			
(LI vs Otros)*	1	44.8878	44.8878	3.52	0.068
(N20 vs Otros) (LI vs Otros)* (N230 vs N260)	1	10.2051	10.2051	0.8	0.3769
(LR vs \$D)* (N20 vs Otros)	l	8.2251	8.2251	0.65	0.427
(LR vs SD)* (N230 vs N260)	Į Į	0.877812	0.877812	0.07	0,794
N1*N2	2	26.8311			
(N10 vsN1150)*	1	3.8677	3.8677	0.3	0.585
(N20 vs Otros) (N10 vs N1150)* (N230 vs N260)	ì	22.9633	22.9633	1.8	0.187
Error(lab*N1*N2)	4	39.6847	9.9211	0.78	0.546
Error	36	458.87	12.74		
Total	71	1852.93			
	1 1				

Cuadro Nº67: ANOVA.

MS DISPONIBLE (kg/há)							
3º Pastoreo.	Ng/IIG/						
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F		
Repetición	3	8791326.914					
Laboreo	2	1153217.13					
SDvs(Ll,LR)	1	1017916.203	1017916.203	6.67	0.0416		
LIvsLR	1	135300,927	135300.927	0.89	0.3827		
Error(a)(rep*lab)	6	915516,572	152586.095	·			
N1	1	789029.688	789029.688	1.52	0.2496		
lab*N1	2	1339640.149					
(N10 vs N1150)*	1	1058168.827	1058168.827	2.03	0.1878		
(LI vs Otros) (N10 vs N1150)* (SD vs LR)	1	281471.322	281471.322	0.54	0.481		
Error(Rer*lab*N1)	9	4687213.864	520801.54				
N2	2	2077715.204		•			
N20 vs Otros	l	1899837.236	1899837.236	10.66	0.0024		
N230 vs N260	!	177877.968	177877.968	1	0.3244		
Lab*N2	4	2235406.317					
(LI vs Otros)* (N20 vs Otros)	l	1265347.508	1265347.508	7.1	0.0115		
(LI vs Otros)* (N230 vs N260)	l	783227.947	783227.947	4.39	0.0431		
(LR vs SD)*	!	126802.617	126802,617	0.71	0.4045		
(N20 vs Otros) (LR vs SD)* (N230 vs N260)	1	60108,246	60108.246	0.36	0.565		
N1*N2	2	110860.463					
(N10 vsN1150)*	1	15502.948	15502.948	0.09	0.7697		
(N20 vs Otros) (N10 vs N1150)* (N230 vs N260)	i	95357.515	95357,515	0.54	0.4692		
Error(lab*N1*N2)	4	1309381.911	327345.478				
Error	36	6415743.6	178215.1	1			
Total	71	29825131.82					

Cuadro Nº68: ANOVA.

Contenido de materia	seca	en el forraje vere	de al 3º disponibl	e.	
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	47.32851			
Laboreo	2	63,4704777			
SDvs(LLLR)	1	54,439802	54.439802	188.07	0.0001
LívsLR	1	9.030675	9.030675	31.2	0.0014
Error(a)(rep*lab)	6	1.736833	0.289472		
NI	1	24.757338	24.757338	13.56	0.0008
lab*N1	2	11.668577			
(N10 vs N1150)*	1	7.746944	7.746944	3.84	0.0816
(LI vs Otros) (N10 vs N1150)* (SD vs LR)	ı	3.9216333	3.9216333	1.94	0,1966
Error(Rer*lab*N1)	9	18.1475166	2.0163907	T .	
N2	2	0.421011		•	
N20 vs Otros] 1	0.37413611	0.37413611	0.2	0.6535
N230 vs N260	1	0.046875	0.046875	0.03	0.8736
Lab*N2	4	1.7590638			
(LI vs Otros)*	1	0.29902222	0.29902222	0.16	0.6881
(N20 vs Otros) (LI vs Otros)* (N230 vs N260)	1	0.1683375	0.1683375	0.09	0.7632
(LR vs SD)*	i	0.13650417	0.13650417	0.07	0.7861
(N20 vs Otros) (LR vs SD)* (N230 vs N260)	1	1.1552	1.1552	0.63	0.4316
N1*N2	2	3.1481444			
(N10 vsN1150)*	1	1.7336111	1.7336111	0.95	0.3364
(N20 vs Otros) (N10 vs N1150)* (N230 vs N260)	1	1.4145333	1.4145333	0.77	0.3846
Error(lab*N1*N2)	4	2.2420638	0.5605159		
Error	36	65.7385833	1.8260718		
Total	71	240.4181278		_	

Cuadro Nº69; A					
RESISTENCIA A I		ETRACIÓN 22	/10	_	
Prof 1:0-5 cm	1.				_
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.015659			
Laboreo	2	0.00008229			
SDvs(LI,LR)	1	0.00004401	0.00004401	0.01	0.9203
LIvsLR	1	0.00003828	0.00003828	0.01	0.9256
Error(a)(rep*lab)	6	0.02425104	0.00404184		
TOTAL	11	0.03999323		-	
Prof.2:5-10 cm	n.				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00726406			
Laboreo	2	0.00622604			
SDvs(LI,LR)	1	0.00017604	0.00017604	0.08	0.788
LIvsLR	1	0.00605	0.00605	2.7	0.151
Error(a)(rep*lab)	6	0.01345313	0.00224219		
TOTAL	11	0.02694323		-	
Prof.3: 10 - 15	cm.				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00872083			
Laboreo	2	0.00518229			
SDvs(Ll,LR)	1	0.00188151	0.00188151	1.09	0.3374
LIvsLR	1	0.00330078	0.00330078	1.91	0.216
Error(a)(rep*lab)	6	0.01038854	0.00173142		
TOTAL	11	0.02429167		-	
Prof.4:15 – 20 c	cm.				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00890412			
Laboreo	2	0.00461354			
SDvs(Ll,LR)	1	0.00250104	0.00250104	1.08	0.3384
LIvsLR	1	0.0021125	0.0021125	0.91	0.376
Error(a)(rep*lab)		0.01297207	0.00231233		
TOTAL	6	0.01387396	0.00251252		
	6	0.01387396	0.00201200	J	
			0.00251255	.]	
Prof.5:20 – 25 o	11		0.00201,000	J	
Prof.5:20 – 25 o F.V	11		C.M	F	Pr.>F
	11 m.	0.02739167		F	Pr.>F
F.V	II cm. G.L	0.02739167 S.C		F	Pr.>F
F.V Repetición	11 cm.	0.02739167 S.C 0.00228906		F	Pr.>F

Error(a)(rep*lab)	6	0.0038125	0.00063542	1	
TOTAL	11	0.00718073		_	
			1		
Prof.6;25 - 30 c	m.				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.0000724			
Laboreo	2	0.00068854			
SDvs(LI,LR)	1	0.00003151	0.00003151	0.04	0.852
LivsLR	1	0.00065703	0.00065703	0.79	0.408
Error(a)(rep*lab)	6	0.00498229	0,00083038		
TOTAL	11	0.00574323	<u> </u>	•	
		<u> </u>	•		
Prof.7:30-35 cm	n				
F.V	G.L.	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.00050573			
Laboreo	2	0.00009687			
SDvs(LI,LR)	1	0.00000234	0.00000234	0.01	0.9413
LlvsLR	L	0.00009453	0.00009453	0.24	0.6432
Error(a)(rep*lab)	6	0.00238646	0.00039774		
TOTAL	11	0.00298906		"	
Prof.8:35-40 cm	1,				
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	3	0.0015599			
Laboreo	2	0.00019062			
SDvs(LI,LR)	1	0.00018984	0.00018984	0.72	0.4296
LIvsLR	1	0.00000078	0.00000078	0	0.9584
ETTJEIC					
Error(a)(rep*lab)	6	0.00158854	0.00026476		

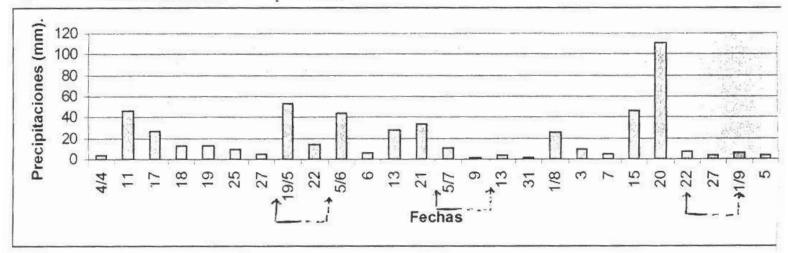
Cuadro Nº70.

DENSIDAD APA	ARENT	E DEL 22/10			
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	2	0.0002333			
Laboreo	!	0.00001667	0.00001667	0.01	0.9374
Error(a)(rep*lab)	2	0.00423333	0.00211667		
TOTAL	5	0.00448333			

-			A 777 PM 4
(1100	TO	Nº71
1	uau	\mathbf{u}	14 / 1

% de agua en volu	G.L	S.C	C.M	F	Pr.>F
Repetición	2	8.7661			
Laboreo	1	2.0184	2.0184	0.49	0.5557
Error(a)(rep*lab)	2	8.2051	4.10255		
TOTAL	5	18.9896			

Figura N°2: fechas en que ocurrieron precipitaciones, cantidad precipitada en cada lluvia y fechas durante las cuales se desarrollaron los pastoreos.



Inicio del pastoreo.