



Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

URUGUAY

LOTUS CORNICULATUS

I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas

Francisco Formoso*

* Ing. Agr. MSc. Pasturas. INIA La Estanzuela

Título: LOTUS CORNICULATUS. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas.

Autor: Francisco Formoso

Foto de tapa: Lotus cv San Gabriel

Serie Técnica N° 37

© 1993. INIA.

Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay

ISBN: 9974-556-69-4

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION	5
II. MATERIALES Y METODOS	5
III. PRODUCCION DE FORRAJE	6
Producción estacional	6
Distribución estacional	9
Producción mensual	10
IV. CARACTERIZACION DEL MANEJO APLICADO	11
V. PORCENTAJES DE MATERIA SECA, DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA Y PROTEINA CRUDA	13
VI. DIFERENCIAS VARIETALES	15
VII. RELACION ENTRE EL MES DE SIEMBRA Y LA PRODUCCION DE FORRAJE	15
VIII. CONCLUSIONES	18
IX. BIBLIOGRAFIA	18

LOTUS CORNICULATUS

I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas

Formoso F.

I. INTRODUCCION

En los últimos años el uso de *Lotus corniculatus* en predios con esquemas intensivos de producción de forraje aumentó en forma considerable. Características tales como: amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelo con buenas producciones de forraje (Formoso y Allegri 1980), ausencia de riesgo de meteorismo (Seaney y Henson 1970, Marten y Jordan 1979), menores requerimientos de fósforo en relación a Trébol blanco y rojo para obtener altas producciones de forraje (Puig y Ferrando 1983), buen valor nutritivo durante la estación de crecimiento (Marten y Ehle 1984), justifican su uso actual.

Las sugerencias de aumentos en la carga animal, como estrategia para seguir aumentando las producciones de leche, carne o lana por hectárea (Durán 1991, Bianchi 1982, Riso y otros 1982, Castro y Ganzábal 1988) requieren de una base de datos lo más completa posible sobre la cual sustentar con un grado razonable de

seguridad la planificación racional del esquema forrajero aplicado. Los informes de campo para predios ganaderos (Crempien C. 1983) y establecimientos lecheros (Leborgne R. 1984) apuntan en tal sentido.

Este trabajo intenta actualizar y analizar la información sobre producción de forraje en esta especie. A tal efecto se relevaron datos desde 1963 a 1990 con énfasis en algunos de los aspectos más usados en presupuestación forrajera.

II. MATERIALES Y METODOS

Se analizó la producción de forraje de *Lotus corniculatus* cv San Gabriel multiplicado en Uruguay en 17 experimentos evaluados entre 1963 y 1990 en el INIA La Estanzuela. La mayoría de los experimentos fueron sembrados en otoño, promedialmente en mayo, aunque el rango de fechas de siembra fue de marzo a setiembre. Cada experimento se evaluó durante tres años y en dos casos se evaluó también el cuarto año. Estuvie-

ron localizados en suelos de praderas pardas desarrolladas sobre Formación Libertad con texturas franco arcillo limosas en el horizonte superficial y pH en agua del orden de 5,8. La especie fue sembrada pura, al voleo o en surcos a 0.20 cm, con densidades entre 8 y 12 kg/ha, con preparación convencional del suelo. La fertilización fosfatada a la siembra fue de 60 a 80 kg/ha de P_2O_5 soluble en agua, refertilizándose anualmente con la misma fuente de tal forma de alcanzar 10 a 15 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de fósforo (Bray 1) en los 20 cm superiores del perfil del suelo.

La evaluación de rendimiento de forraje fue realizada por cortes con pastera regulada para dejar un césped residual de 4 cm de altura. La frecuencia de cortes fue determinada siguiendo un criterio de altura, cortándose cuando el forraje alcanzaba 20 ± 5 cm, evitándose la resiembra natural y cortar en condiciones de déficit hídrico extremo.

A los efectos de este trabajo, los rendimientos de forraje de cada corte fueron utilizados para calcular tasas de crecimiento diarias (kg/ha/día de materia seca). Posteriormente, considerando todos los experimentos, se calcularon tasas medias de producción de materia seca y sus desvíos estándar por mes y por estación para cada edad del cultivo. Las estaciones se definieron de la siguiente forma: verano (diciembre-enero-febrero), otoño (marzo-abril-mayo), invierno (junio-julio-agosto), primavera (setiembre-octubre-noviembre). El año o edad 1 comprende el año de la implantación que abarca desde la siembra al 30 de noviembre, año o edad 2 desde el 1 de diciembre al 30 de noviembre y así sucesivamente.

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue determinada por TILLEY y TERRY (1963) y la

concentración de nitrógeno por micro-Kjeldahl, calculándose Proteína Cruda a partir de $N \times 6.25$.

La precipitación promedio mensual y la temperatura media del aire para el período 1963-1990 se presentan en el cuadro 1.

III. PRODUCCION DE FORRAJE

1. Producción Estacional

En la figura 1 se presenta la evolución de las tasas medias de crecimiento estacional y sus desvíos estándar con la edad del cultivo. Se indican además los valores máximos y mínimos obtenidos que dan idea sobre el rango de producción de forraje que es factible de obtener cuando las condiciones de ambiente son muy favorables o desfavorables para el crecimiento. El máximo registrado correspondió a 74.4 kg MS/ha/día para una primavera de segundo año, en tanto, la mínima fue de 1,2 kg MS/ha/día durante invierno en el año de implantación.

Las mayores tasas medias de producción de forraje estacional ocurren en primavera, disminuyendo las mismas en verano. La única excepción se registra en el primer verano, donde, promedialmente se registran los mayores valores. Por tanto, el primer verano constituye la estación con mayor tasa media estacional de producción de forraje durante todo el período de evaluación considerado. Importa resaltar que comparando luego de la implantación, las producciones de la primer primavera y primer verano, surge que en el 57% de los experimentos la producción primaveral es superior a la estival, en tanto, con una frecuencia de 43% ocurre la situación inversa.

Cuadro 1. Precipitación Media Mensual (P mm) y Temperatura Media del Aire (T °C) en el Período 1963 - 1990.

MES	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P(mm)	95,1	95,5	118,2	129,5	80,8	79,9	64,6	78,0	78,2	83,8	107,6	103,2
T(°C)	21,6	23,1	22,1	20,1	16,7	13,7	10,4	10,4	11,3	13,1	15,8	18,7

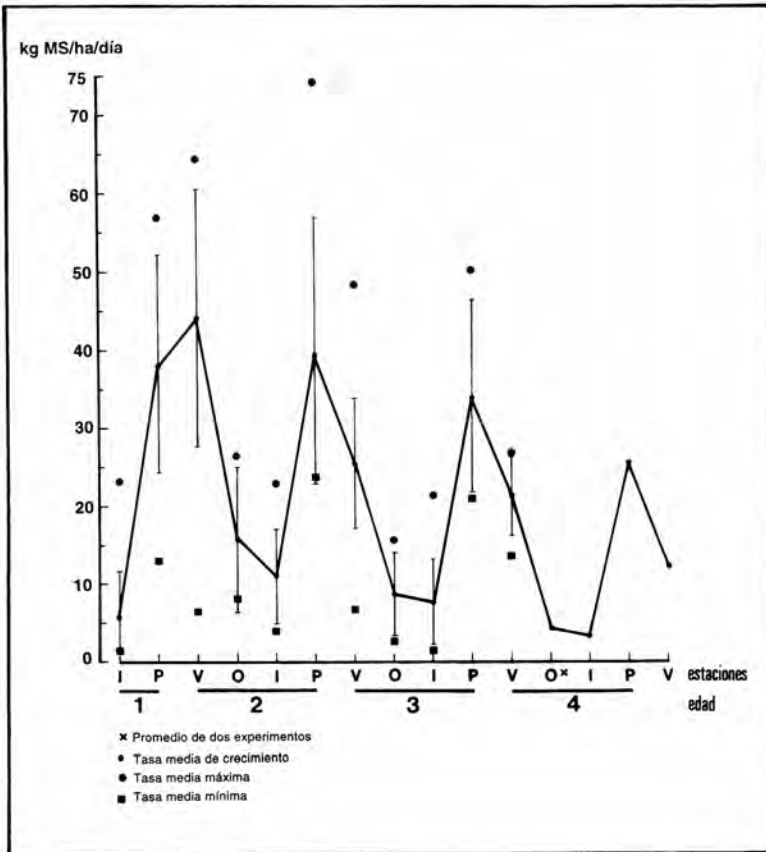


Figura 1. Lotus cv San Gabriel. Tasas Medias de Crecimiento Estacional \pm 1 Desvío Estándar, Tasas Medias Máximas y Mínimas Registradas.

Aparentemente la relación entre las producciones de la primer primavera y primer verano están condicionadas en parte por el mes de siembra, aspecto que será tratado posteriormente.

Con la excepción ya indicada del primer verano, siempre las tasas medias de producción de materia seca en primavera son superiores a las de verano independientemente de la edad.

En otoño e invierno las tasas medias de producción son sustancialmente inferiores a las de primavera-verano, siendo invierno la estación de menor producción dentro de cada edad del cultivo.

El patrón estacional de crecimiento de forraje del cv San Gabriel, es cualitativamente similar al descrito por otros autores para variedades de hoja ancha, porte erecto a semirecto, de floración temprana y correspondientes al tipo europeo

(Nelson y Smith 1968; Hoveland y otros 1982, Heichel y otros 1985, Gervais 1988, García y otros, 1988).

En el Uruguay el cv San Gabriel se caracteriza por presentar una capacidad continua de producción de forraje durante todo el año. El período invernal de menor potencial de producción de forraje probablemente se explique parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para fotosíntesis neta (cuadro 1) y no por la acción de mecanismos de latencia tal como lo prueban las tasas medias máximas invernales reportadas en la figura 1.

A partir de la edad dos, caracterizada por ser la que el lotus presenta mayor producción, a medida que aumenta la edad del cultivo, las producciones en cada estación y totales por edad disminuyen progresivamente. (figura 1, cuadro 2).

Cuadro 2. Lotus cv San Gabriel. Producción estacional y anual de forraje, kg MS/ha.

Edad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
1			683 ± 718	3447 ± 1260	4130 ± 1846
2	3987 ± 1476	1413 ± 819	1026 ± 540	3582 ± 1854	10008 ± 2171
3	2295 ± 738	792 ± 477	729 ± 477	3078 ± 1098	6894 ± 1888
4	1917 ± 432	378	234	2493	5022

Tomando como referencia las producciones de materia seca obtenidas en la edad dos con relación a las de la edad cuatro, se observa que en invierno y otoño, el lotus produce solamente en la edad cuatro un 23 y 27% respectivamente de los rendimientos estacionales registrados en la edad dos, siendo las estaciones donde disminuye en mayor magnitud la capacidad de producción de forraje de esta especie a medida que avanza la edad del cultivo.

La respuesta de lotus a las condiciones estivales son intermedias, ya que en la edad cuatro (tercer verano) produce un 48% con respecto al

primer verano en la edad dos. Durante esta estación, la pérdida de capacidad de producción estival es muy superior al pasar de la edad dos a la tres, que de esta a la cuatro, (figura 2). Primavera constituye la estación menos influida por la edad del cultivo en términos de capacidad productiva. Tal característica probablemente se explique porque las condiciones de ambiente, agua y temperatura durante esta estación presentan valores más cercanos a los óptimos requeridos por la especie (Nelson y Smith, 1969; Willis y Thompson 1969), obteniéndose en la edad cuatro un 69% del forraje producido en la edad dos.

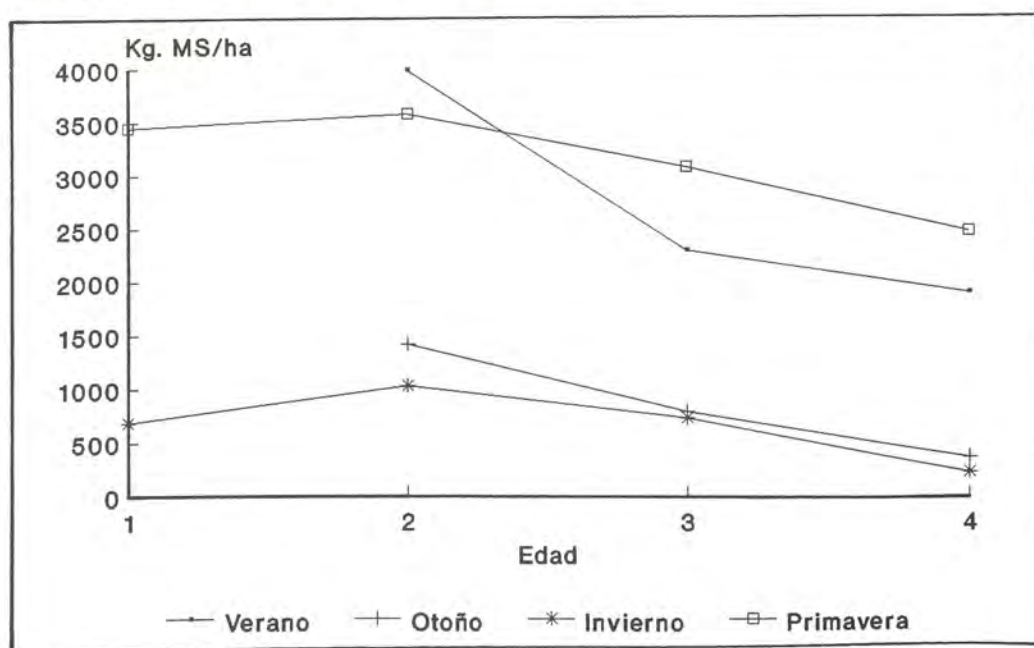


Figura 2. Evolución de la producción estacional con la edad en Lotus cv San Gabriel.

El descenso de la producción de forraje estacional y anual al aumentar la edad del cultivo está determinada principalmente por las graves pérdidas de plantas que generalmente se registran. Disminuciones en la producción de forraje anual posteriores al segundo año del cultivo de lotus son frecuentemente reportadas en la literatura (Miller y otros, 1964; Hoveland y otros 1982, Sheaffer y otros 1984.).

Estas se atribuyen a la pérdida de plantas como consecuencia de lesiones en los tejidos de raíz y corona, provocadas por diversos organismos, hongos nematodos, etc. (Henson 1962; Miller y otros, 1964; Seaney y Henson 1970; Thompson y Willis, 1970; Beuselinck y otros, 1984). Sobre el tema Altier (1988), trabajando con lotus cv Estanzuela Ganador reporta un descenso de la producción de forraje del tercer año con respecto al segundo de 42% en el tratamiento testigo y solamente de 25% cuando aplicaba fungicidas. Esta diferencia del 17% en la caída de la producción del tratamiento sin fungicida fue atribuida principalmente a mayor mortandad de plantas por lesiones en raíz y corona. Dicho autor indicó a *Fusarium oxysporum* como uno de los principales patógenos. Posteriormente, Steward S. (1992, Com. Per.) aisló de raíces y coronas de lotus otro fusarium perteneciente al grupo que produce marchitamiento, clasificándolo como *Fusarium solani*.

Condiciones climáticas cálidas y húmedas aceleran la tasa de mortandad de plantas (Miller y otros 1964, Nelson y Smith, 1969; Willis y Thompson 1969 Smith, 1970; Barta, 1978; Beuselinck y otros 1984). En general bajo nuestras condiciones en primavera y verano se detectan fácilmente síntomas de podredumbre radicular. Esta se visualiza en la parte aérea por una marchitez permanente progresiva en los distintos tallos de la planta, culminando con la muerte de las mismas durante períodos de alta demanda atmosférica de agua principalmente en verano.

El manejo impuesto a los experimentos analizados en este trabajo no permite la semillazón. Esta estrategia de manejo evalúa la longevidad de las plantas, pero no considera el rol de la resiembra en la persistencia de la especie, elemento importante en la conservación de la productividad a largo plazo del cultivo (Templeton y

otros 1967, Taylor y otros 1973, Beuselinck y Mc. Graw 1989). La disminución progresiva del número de plantas determina densidades poblacionales menores que bajan los rendimientos de forraje. En este sentido McGraw y otros (1986) cuantificaron que a medida que la población disminuye a partir de 30 plantas por metro cuadrado, los rendimientos de forraje por unidad de superficie caen drásticamente, a pesar de que los rendimientos por planta aumentan.

Descensos en la población originan mayores disminuciones en la producción de forraje en ambientes menos favorables para crecimiento (verano-otoño-invierno) que en aquellos más adecuados (primavera) donde las condiciones de ambiente más propicias permiten un mayor crecimiento por planta, el cual compensa parcialmente la menor población, (Harper, 1977). Importa resaltar que en predios con esquemas intensivos de producción de forraje, frecuentemente se verifica que cuanto mayor es el número de años que se utiliza lotus o trébol rojo en una misma chacra, más graves son los problemas de pérdida de plantas en el nuevo cultivo de lotus que se implanta.

En estas condiciones la promoción de una abundante semillazón con el objetivo de resiembra generalmente fracasa, perdiéndose la pastura antes de completar su tercer año. En contraposición en suelos con nula o muy baja historia previa de estas leguminosas, el cultivo de lotus persiste productivamente por más años, operando en forma satisfactoria la resiembra natural.

2. Distribución Estacional

La respuesta diferencial del lotus entre estaciones con el aumento de la edad del cultivo, origina que, además de disminuir la cantidad de forraje producido en cada estación y año con el avance de la edad, dentro de cada edad, el forraje total anual producido se concentra cada vez más en primavera-verano y consecuentemente disminuye cada vez más en otoño-invierno. Esta tendencia provoca una mayor desuniformidad en la oferta forrajera anual, transformándose el cultivo en cada vez más primaveral y menos invernal, tal como surge del cuadro 3.

Cuadro 3. Lotus San Gabriel. Distribución porcentual de la producción de forraje por edad.

Edad	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
1			16,5	83,5
2	39,8	14,1	10,2	35,9
3	33,2	11,4	10,5	44,9
4	38,1	7,5	4,6	49,8

3. Producción Mensual

En la elaboración de presupuestos forrajeros, normalmente durante la primera etapa, se requieren cuantificar las producciones anuales y estacionales para obtener una definición global de la oferta forrajera. Sin embargo, ocurren situaciones como las de establecimientos que manejan altas cargas animales, donde, además se necesita estimar la disponibilidad de forraje mensual, con el objetivo de alcanzar un mayor

grado de ajuste. Esta necesidad surge como consecuencia de las grandes diferencias que se verifican entre las tasas medias de crecimiento mensual correspondientes a los meses asignados de comienzo y fin dentro de cada estación (cuadro 4).

En verano y otoño las tasas de crecimiento mensual disminuyen con el avance de la estación, en tanto, en primavera se registra una tendencia opuesta.

La disminución productiva de lotus dentro de cada mes a medida que aumenta la edad del cultivo, presenta grandes diferencias entre los mismos. Tomando como referencia las tasas de crecimiento registradas en la edad dos, se observa que en la edad cuatro, en octubre, noviembre y diciembre se originan las menores disminuciones que oscilan entre 25 a 30%. Durante primavera, la producción en setiembre, es la más afectada con un descenso del 45% al aumentar la edad. En verano durante febrero se registra la mayor disminución productiva con un 70% en la edad cuatro, seguido por enero con una disminución de 60%.

Durante los meses asignados a otoño, la pér-

Cuadro 4. Lotus cv San Gabriel, tasas medias de crecimiento Mensual (kg MS/ha/día) y desvíos estándar.

Mes/ Edad	Verano				Otoño	
	12	1	2	3	4	5
1						
2	47,7 ± 14,4	48,8 ± 21,9	36,3 ± 13,0	25,0 ± 13,7	12,8 ± 8,6	9,3 ± 5,1
3	32,9 ± 20,6	26,8 ± 15,9	16,8 ± 8,2	13,0 ± 8,2	7,5 ± 4,0	6,0 ± 2,9
4	33,4 ± 15,4	19,5 ± 16,3	11,1 ± 7,5	6,8 ± 5,2	3,8 ± 1,0	2,0 ± 1,5

Mes/ Edad	Invierno	Primavera		
	6 - 7 - 8	9	10	11
1	5,6 ± 5,0	31,1 ± 15,4	40,8 ± 15,3	43,0 ± 11,4
2	11,3 ± 6,0	35,3 ± 18,1	41,6 ± 15,0	42,6 ± 19,0
3	8,1 ± 5,3	27,5 ± 8,7	32,5 ± 9,6	42,7 ± 18,5
4	2,6	19,6	32,9	30,8

dida en la capacidad productiva en la edad cuatro presenta valores altos que oscilan entre 71 y 79%.

Algunas de las características señaladas precedentemente incrementan la desuniformidad en la oferta mensual y estacional dentro de un mismo año; alargando el período de baja producción de forraje del lotus con el aumento en la edad de la pastura. Mientras que en la edad dos, solamente en mayo se registran tasas de crecimiento medio mensual inferiores a 10 kg MS/ha/día; en la edad tres, desde abril hasta agosto; y en la edad cuatro, se extiende desde marzo a agosto con valores extremadamente bajos. Por otra parte, los descensos productivos de febrero y enero actúan anticipando la entrada al período crítico de baja producción de forraje y la disminución de setiembre se traduce como retardando la salida del mismo.

IV. CARACTERIZACION DEL MANEJO APLICADO

Dentro de las leguminosas forrajeras más usadas en el país trébol blanco, trébol rojo y lotus, esta última especie, es la más sensible en términos productivos a variaciones en la frecuencia de defoliación impuesta (Formoso 1988). Para el cv San Gabriel en particular, la disminución de la frecuencia de corte originada al cortar las plantas cuando tenían 24 cm de altura en vez de 12 cm, aumentó la producción de forraje acumulada de dos años en 207% (Gardner y otros, 1968) o en 69% la de un año (Formoso, 1983). En el cv Estanzuela Ganador, de porte similar al cv San Gabriel, se determinó que por cada 0.5 t MS/ha de aumento en el forraje acumulado pre-corte, la producción anual de materia seca aumenta un 24% dentro del rango de acumulación pre-corte estudiado, 0.5 a 2 t MS/ha (Formoso 1988). Por tanto la producción de forraje de lotus se maximiza aplicando esquemas de manejo rotativo que permitan acumulaciones pre-corte como las sugeridas previamente. El manejo de los experimentos se hizo siguiendo estos criterios, por lo tanto su caracterización es importante a los efectos de interpretar correctamente los datos de produc-

ción reportados. Además, las variaciones productivas estacionales y anuales con el aumento en la edad implican obviamente, diferencias en el número de cortes realizados por estación y año para las diferentes edades. Estos en términos prácticos permiten planificar la estrategia de pastoreo a nivel de predios. En el cuadro 5 se caracteriza el manejo de defoliación de los experimentos estudiados en términos de: número de cortes por estación, frecuencia con que fueron realizados y acumulación de materia seca pre-corte.

En el año de implantación (edad 1) durante invierno, solamente fueron cortados el 18% de los experimentos, una sola vez, con una acumulación de forraje pre-corte de 780 kg MS/ha (cuadro 5). Estos en general correspondieron a aquellos sembrados temprano en otoño. Las siembras de fines de otoño-invierno originan menores tasas de crecimiento de las plántulas de lotus, principalmente por efecto de los descensos térmicos (Winch, 1960) que se producen en dicho período, y se traducen en bajas acumulaciones de forraje a fines de invierno, insuficientes como para ser cortadas. En la primer primavera, todos los experimentos fueron cortados: 77% una vez, 15% dos y 8% tres veces durante la misma, dando en promedio 1,68 cortes, con una media de acumulación de forraje pre-corte de 2365 kg MS/ha. Las variaciones en el número de cortes registrados, se explican por diferencias en el momento de siembra y/o condiciones de ambiente. Por tanto, para el año de implantación, el cultivo fue cortado promedialmente 1,86 veces, para la secuencia de años estudiada.

En la edad dos, la de superior producción del cultivo, es donde se registra el mayor número de cortes por estación y edad y en general con una mayor acumulación de forraje pre-corte, con un valor promedio para toda la edad dos de 1787 kg MS/ha, cantidad próxima a las sugeridas para maximizar la producción anual de forraje utilizable (Formoso 1988).

En primavera y verano, siempre el cultivo fue cortado más de una vez, independientemente de la edad, notándose que en la edad cuatro, se incrementa la frecuencia de cortes y disminuye la acumulación de materia seca pre-corte. Sin embargo debe tenerse presente que esta menor

Cuadro 5. Caracterización de la frecuencia de defoliación aplicada.

Edad	Nº de cortes por Estación	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total por edad
1	0			82*	--	
	1			18	77	
	2			--	15	
	3			--	8	
	N			0,18	1,68	1,86
	AP			780	2365	(2223)
2	0	—	28	23	—	
	1	45	50	69	8	
	2	36	22	8	77	
	3	19	—	—	15	
	N	1,74	0,94	0,85	2,07	5,60
	AP	2291	1503	1207	1730	(1787)
3	0	—	23	56	--	
	1	77	77	45	31	
	2	15	—	—	46	
	3	8	—	—	23	
	N	1,31	0,77	0,45	1,92	4,45
	AP	1751	1028	943	1761	(1549)
4	0	—	33	100	—	
	1	50	67	—	—	
	2	50	—	—	100	
	3	—	--	—	—	
	N	1,5	0,67	--	2,00	4,17
	AP	1278	564	--	1363	1204

* Porcentaje de situaciones en que se cortó 0, 1, 2 ó 3 veces por estación

N Número de cortes promedio por estación o total para cada edad.

AP Acumulación promedio de forraje pre-corte (kg MS/ha).

acumulación pre-corte no solamente se explica por una mayor frecuencia de defoliación, sino que además incide la disminución del stand originada por problemas de persistencia. Durante otoño e invierno, ya a partir de la edad dos, comienzan a verificarse situaciones, 28 y 23% respectivamente en que el cultivo no crece lo suficiente como

para ser cortado. En estas estaciones, la frecuencia de casos en que esta situación ocurre, aumenta con la edad. Esta característica se refleja prácticamente en menores posibilidades de utilización, siendo una consecuencia de la ya comentada, gran caída en la productividad durante este período con el avance en la edad.

V. PORCENTAJES DE MATERIA SECA, DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA Y PROTEÍNA CRUDA

La concentración de materia seca digestible (MSD) y proteína cruda (PC) normalmente declinan con aumentos en el número de días del rebrote (edad del rebrote). Las tasas de disminución incrementan a medida que los períodos de rebrote y momento de utilización se van localizando sobre estados fenológicos más avanzados de desarrollo: vegetativo, botón floral, floración temprana, plena floración, vainas verdes, vainas maduras. Paralelamente, las proporciones entre las distintas partes de la planta cambian, originándose una disminución de la relación hoja/tallo con el aumento en la edad del rebrote y/o avance del estado de madurez. Así por ejemplo, mientras que el forraje de lotus colectado en fase vegetativa contiene entre 60-70% de hojas, en estados avanzados de madurez, semillazón, etc. las mismas pueden solamente contribuir entre un 20-30% del forraje total. Mientras que las hojas tienen altas concentraciones de MSD y PC, los tallos usualmente tienen menores concentraciones de ambos. Los aumentos en la edad del rebrote y/o estado de desarrollo originan tasas de declinación más rápidas de las concentraciones de MSD y PC en tallos que en hojas. Como resultado de estos procesos, a medida que transcurre la estación de crecimiento, se produce un enriquecimiento de la fracción tallo que sumada a sus más rápidas tasas de descenso de las concentraciones de MSD y PC permiten explicar mayoritariamente los cambios que se producen en esas características sobre el forraje total cosechado.

Obviamente el manejo impuesto en términos de números de días en que acumula forraje y momento que se realiza la defoliación dentro de la estación de crecimiento, pueden originar alteraciones en la calidad del forraje cosechado.

En el cuadro 5 se caracterizó la frecuencia de cortes impuesta a los experimentos estudiados. En el mismo se indica la cantidad de forraje acumulado pre-corte y el número de cortes por estación. A partir de este se calcula el número de días de rebrote promedio.

En el cuadro 6 se reportan los valores obtenidos sobre 39 muestras referentes a porcentajes de materia seca, digestibilidad *in vitro* de la misma y proteína cruda. Los datos se presentan agrupados mensualmente y corresponden al mes en que se efectuó la defoliación. Los cortes de setiembre y octubre fueron realizados con la especie en estado vegetativo, los de noviembre en inicio de la fase reproductiva, en tanto los de diciembre en adelante presentan porcentajes variables de flores, normalmente superiores al 50% de floración y con bajos porcentajes de vainas.

Los valores de materia seca oscilaron promedialmente entre 16,2 a 23,8%, localizándose los registros superiores al 20% en los meses de diciembre-enero-febrero, con el lotus en fase reproductiva, con mayor concentración de tallos.

La DMS del forraje colectado desde setiembre a mayo decae progresivamente desde valores promedio de 72,7 hasta 61,0 en abril (cuadro 6). El rango de valores obtenido se corresponde con los reportados por otros investigadores para materiales semierectos y erectos con edades de rebrote y estados fenológicos similares (Winch 1960, López y otros 1965, Burton y otros 1985). Valores de digestibilidad de hasta 83% fueron obtenidos por Collins, 1983; Mc.Graw y Marten 1986 con lotus en fase vegetativa al inicio de la estación de crecimiento pero con métodos analíticos diferentes.

La caída en la digestibilidad se explicaría básicamente en función de los aspectos comentados al comienzo de este numeral. Sin embargo debe señalarse que los valores de setiembre-octubre-noviembre corresponden a primavera de edad 2 con una edad de rebrote promedio de 43 días y con la mayoría de los experimentos (77%) cortados dos veces (cuadro 5). Los meses de diciembre-enero y febrero se incluyen en verano de edad 3. En éste, la edad promedio de rebrote fue de 69 días con predominio (77%) de los brotes cortados una sola vez en la estación. La mayor edad de rebrote en verano, sumado a temperaturas más elevadas en este período (cuadro 1) pueden contribuir también en disminuir aún más la DMS. En el cuadro 6 se verifica que la DMS correspondiente a los meses de noviembre y diciembre presentan valores muy similares. El

Cuadro 6. Evolución de los porcentajes de Materia Seca (MS); digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS) y Proteína Cruda (PC) en distintos meses en Lotus.

Mes	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6 7 8
MS	16,5±0,3	16,6±0,8	18,4±1,8	20,8±1,3	23,0±3,0	23,8±2,1	19,7±3,5	18,6±0,5	17,3±1,1	16,2±1,7
DIVMS	72,7±2,3	70,5±2,2	68,6±2,7	68,3±1,6	64,4±1,2	65,3±3,6	63,7±3,3	61,0±1,6		
PC	22,4±1,1	21,2±1,7	21,7±1,5	20,7±2,1	18,2±0,3	18,6±0,3				

hecho de mantener la DMS un mes más tarde dentro de la fase reproductiva podría explicarse en función del patrón de crecimiento del lotus.

En dicho período, en nuestras condiciones se localiza el pico de crecimiento y alargamiento de entrenudos de las ramificaciones secundarias desarrolladas sobre los tallos principales de lotus. Estas actuarían contribuyendo con tejidos más jóvenes, de mayor DMS aportados a la masa de forraje ya existente. Situaciones similares en esta etapa son reportadas por otros investigadores (Buxton y otros 1985).

En la figura 3, se presenta la relación entre la DMS y 8 períodos de utilización desde x=1 (septiembre) a x=8 (abril) determinándose una correlación lineal $r=-0,84$ altamente significativa $P \leq 0,001$ sobre 39 valores estudiados.

Los datos ordenados mensualmente pretenden caracterizar la evolución de la concentración de MSD en el forraje fácilmente cosechable con el

avance de la estación de crecimiento cuando un cultivo de lotus es sometido a pastoreo rotativo con un manejo de cortes como el señalado anteriormente. Por cada mes de atraso en el momento de utilización la DMS decae 1,55%.

Con el mismo criterio se reportan las concentraciones de PC. Estas siguen una tendencia decreciente similar a la presentada por la MSD. Las mayores concentraciones (22,4%) ocurren en fase vegetativa y decaen hasta 18% en enero-febrero (cuadro 6). El rango de concentración de PC se corresponde con el reportado con otros trabajos para edades de rebrote y estados fenológicos similares (López y otros, 1965; Gardner y otros, 1968; Collins, 1982; Gervais, 1988). Valores inferiores al 18% y hasta 14% son también citados por la literatura, pero implican períodos de acumulación más prolongados que normalmente incluyen estados de semilla madura, dehiscencia de vainas y altos valores de pérdidas de hojas.

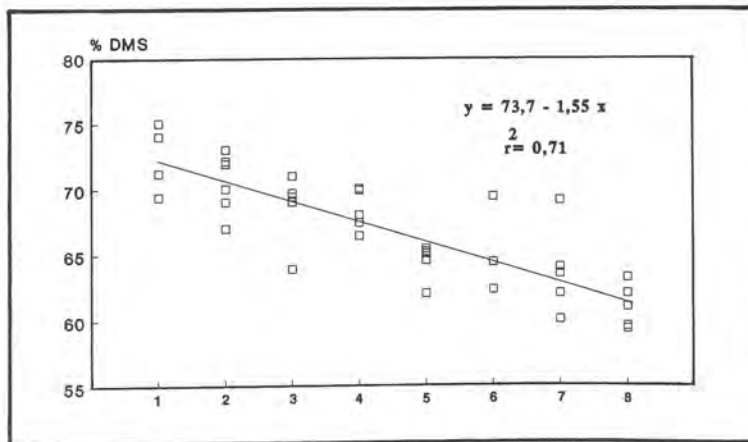


Figura 3. Evolución de la DMS con el período de utilización.

VI. DIFERENCIAS VARIETALES

Los resultados reportados por García y otros 1988 referentes a performance de cultivares de lotus clasifican al cv Estanzuela Ganador en Clase 1, Recomendada por ser su comportamiento forrajero consistente mejor que otras variedades. En el 69 % de los casos este cv tuvo comportamiento superior al testigo (Lotus cv San Gabriel, producido en Uruguay), mientras que en el 41 % restante se registró la situación inversa. Además, clasifican en Clase 2, Recomendada para ser usada comercialmente cuando no existe disponibilidad en el mercado del cv Clase 1, a las variedades El Boyero, San Gabriel y Cascade que no difieren significativamente ($P \leq 0,05$) entre sí en producción anual de forraje para todos los años estudiados. En estos materiales la producción anual de forraje con el transcurso de los años sigue la misma tendencia que la comentada para el cv San Gabriel en capítulos anteriores.

Los resultados de evaluación reportados por dichos autores muestran un espectro varietal poco alentador a los efectos de mejorar producción y persistencia por la vía de variedades disponibles en el mercado. Por esta razón el mejoramiento en esta especie que se conduce actualmente en el INIA La Estanzuela, se realiza principalmente a partir de materiales locales con énfasis en resistencia a enfermedades fundamentalmente de raíz y corona, con el objetivo de mejorar la persistencia productiva (García J., Rebuffo M., com. Per). En el cuadro 7 se presentan las pro-

ducciones de forraje estacionales y anuales promedio de 7 experimentos que incluían los cvs San Gabriel y Estanzuela Ganador, los únicos materiales usados ampliamente en el país de la especie corniculatus.

La producción anual de ambas variedades es similar hasta la edad 2. A partir de la misma, a medida que aumenta la edad del cultivo se incrementan las diferencias de producción de materia seca a favor del cv Estanzuela Ganador. Este presenta una mayor longevidad de las plantas componentes del stand, reflejando una tolerancia superior a enfermedades de raíz y corona.

La producción estival de Estanzuela Ganador presenta tendencia similar a la ya descrita en producción anual, en tanto, la producción primaveral de dicho material es superior en todas las edades, aumentando la magnitud de la superioridad productiva con los años.

VII. RELACION ENTRE EL MES DE SIEMBRA Y LA PRODUCCION DE FORRAJE

En la literatura nacional no se encontraron referencias experimentales que relacionen específicamente el momento de siembra con la producción de forraje de leguminosas perennes en el año de implantación. Carámbula 1977, sugiere las siembras de otoño como la mejor opción. Tal indicación persigue los objetivos de tratar de

Cuadro 7. Producción estacional y total de forraje (kg/ha) de Lotus, cvs San Gabriel y Estanzuela Ganador.

Edad	cv	V	O	I	P	Total
1	S. Gabriel				2790	2790
	E. Ganador				2970	2970
2	S. Gabriel	2061	1242	891	3483	7677
	E. Ganador	1971	1089	711	3726	7497
3	S. Gabriel	2709	963	963	3303	7938
	E. Ganador	3321	1017	927	3735	9000
4	S. Gabriel	1899	360	288	2178	4725
	E. Ganador	2646	387	450	3015	6498

maximizar las velocidades de germinación y posterior crecimiento y desarrollo, para obtener plantas con un tamaño y vigor tal que aseguren una mayor tasa de sobrevivencia frente a diferentes estreses. Estos se originan por bajas temperaturas, heladas, excesos hídricos (condiciones características de nuestro invierno) o altas temperaturas, déficits hídricos, o elevada demanda atmosférica de agua (condiciones frecuentemente registradas a fines de primavera y en verano).

A partir de los diferentes experimentos considerados en este trabajo se relacionó la producción de forraje obtenida en el primer año (al 31 de diciembre) con el mes en que fue sembrado el ensayo. Debe tenerse presente que esta relación involucra varios efectos confundidos tales como diferencias entre: lotes de semillas, características físico-químicas de suelos, cantidad y tipo de malezas, años etc. Esta cuantificación refleja groseramente como son afectados globalmente la germinación, establecimiento y posterior capacidad biológica de fotosíntesis neta que se dirige a la fracción de forraje que es cortada, cuando el tiempo (días de crecimiento) que se considera disminuye con el atraso en el momento de siembra. La misma permite orientar primariamente definiciones que por su magnitud e incidencia agronómica se consideran relevantes en la toma de decisiones técnicas que deben asumirse ineludiblemente en presupuestación forrajera. Se requieren 20°C de temperatura en el suelo

(Culliman 1958) para obtener óptima germinación en Lotus. Dicho proceso se favorece con contenidos de agua en el suelo próximos a capacidad de campo, siendo deprimido tanto por déficit como excesos (Elslick y Vogel 1959, Foulds 1978). En marzo y abril se registran valores de temperatura media del suelo próximos al óptimo sugerido, en tanto el déficit hídrico real disminuye hacia el invierno y los excesos hídricos aumentan (Fig. 4); la fecha media de la primer helada se registra el 14 de mayo (Romero y otros 1992).

Teniendo en cuenta solamente los factores antes citados, en abril, se conjugan los mejores registros de los mismos desde el punto de vista del momento de siembra.

En la figura 5, se observa que, para el período considerado, marzo-junio, por cada mes de atraso en la siembra se pierden promedialmente de producir 938 kg MS/ha al 31 de diciembre, cantidad suficiente para alimentar 3 bovinos de 400 kg de peso vivo durante un mes. Si se considera la producción de forraje obtenible con siembra de junio en relación a la de marzo, se constata una disminución productiva del 43%. Las siembras tempranas posibilitan llegar a comienzos de primavera con un tamaño de plantas suficiente que permite aprovechar más eficientemente las buenas condiciones climáticas que se registran en primavera obteniéndose una mayor cantidad de forraje.

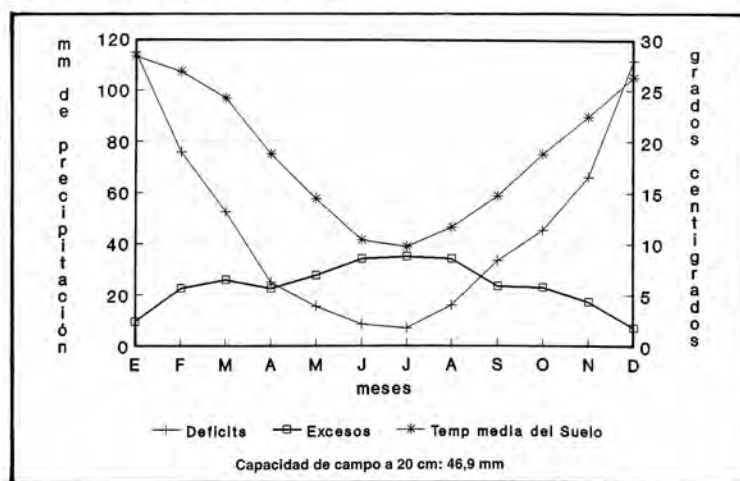


Figura 4. Temperatura (°C) media del suelo desnudo a 5 cm déficit y excesos hídricos (mm) en 20 cm de perfil.

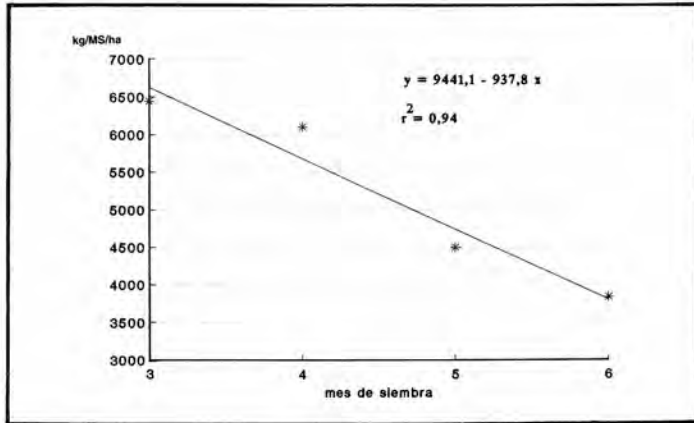


Figura 5. Relación entre el mes de siembra y el rendimiento de forraje al 31 de diciembre.

En siembras tardías, de junio, las plantas son muy pequeñas a la entrada de primavera y no pueden capitalizar en la misma magnitud las condiciones de ambiente de dicha estación por baja área foliar, acumulando por tanto menos forraje en el período considerado.

Los registros térmicos de mayo y junio se alejan demasiado de los óptimos deprimiendo la fase heterotrófica (Qualls y Cooper, 1968).

Sin embargo bajo esta última situación la producción estival (diciembre-enero-febrero) incrementa (figura 6) y es superior a la primaveral. El atraso en el mes de la siembra no

solamente origina una disminución en la producción de forraje del primer año, tal como se reportó anteriormente, sino que además produce alteraciones en la distribución del mismo entre la primer primavera y primer verano (figura 6).

A medida que se pospone el mes de siembra de marzo a junio, el porcentaje de situaciones en que la producción primaveral es mayor a la estival (cociente mayor a 1) decrece. Así por ejemplo para siembras de abril, en un 67% de las situaciones la producción de primavera fue superior a la de verano en 207%, mientras que en un 33% se registró la situación inversa, donde la producción

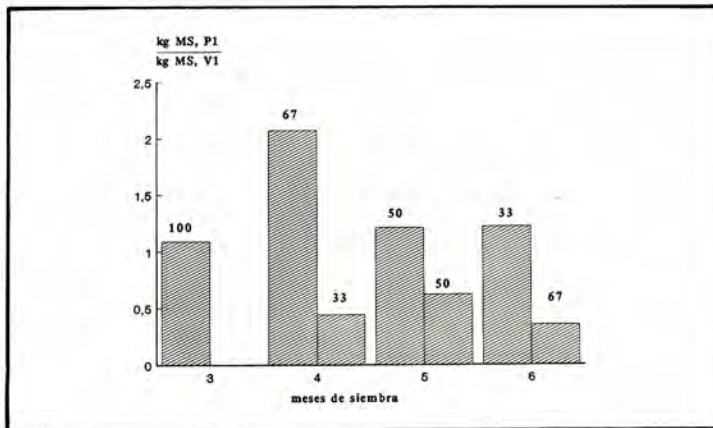


Figura 6. Relación entre las producciones de forraje de la primer primavera y verano, frecuencia de P/V mayor o igual, o menor a 1, con el mes.

primaveral fue solamente un 44% de la estival. En siembras de mayo se obtuvo un 50% de situaciones con un cociente de 1,21 y el otro 50% con 0,62. Cuando las siembras se realizaron en junio, predomina una inversión en la distribución del forraje de lotus. Mayoritariamente en un 67% de los casos la producción de primavera es el 35% de la estival, en tanto, el 33% restante registró un cociente de 1,22.

De acuerdo con los datos reportados, el momento de siembra en lotus constituye un factor manejable por el hombre que puede originar cambios de magnitud tanto, en la cantidad de forraje producido, como en el momento en que ocurren las máximas tasas de crecimiento. Estos cambios agrónomicamente implican no solamente alteraciones en las curvas de producción de forraje, sino también en caracteres fenológicos tales como curvas de floración y semillazón. (Formoso, sin publicar)

VIII. CONCLUSIONES

* Las producciones de forraje anuales y estacionales de lotus cv. San Gabriel registran los mayores valores en el segundo año. A partir del mismo decrecen con el aumento en la edad del cultivo.

* La principal causa de la disminución productiva del cultivo es la pérdida progresiva del stand, originada por la muerte de plantas por fusariosis.

* Con el aumento en la edad del cultivo, la producción anual de forraje se concentra progresivamente cada vez más en primavera-verano y consecuentemente cada vez menos en otoño-invierno.

* Tasas de crecimiento mensual de producción de materia seca inferiores a 10 kg MS/ha/día se registran sólo en mayo en la edad dos, de abril a agosto en la edad 3 y de marzo a agosto en la edad cuatro.

* Las concentraciones medias mensuales de materia seca digestible y proteína cruda fueron máximas en setiembre, 72,7 y 22,4 respectivamente, disminuyendo con el avance en la estación de crecimiento a valores mínimos de 61,0 y 18,6% respectivamente.

* A partir de la edad dos, el cv. Estanzuela Ganador es superior al cv. San Gabriel incrementándose las diferencias productivas a favor del primero con el aumento en la edad del cultivo por mayor longevidad de las plantas.

* Por cada mes de atraso en la siembra durante el período comprendido entre marzo y junio, la producción de forraje entre la siembra y el 31 de diciembre disminuye 938 kg MS/ha.

* El atraso en el mes de siembra modifica la relación entre la producción de forraje de la primer primavera/primer verano.

* Dada la importancia forrajera del lotus en la región y la gran incidencia que tiene la fusariosis sobre la persistencia productiva de la especie, deberían incrementarse los recursos asignados en la búsqueda de resistencia genética.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Altier, N., 1988. Enfermedades de plantas forrajeras. Jornada de forrajeras, 9 de setiembre de 1988. CIAAB. EELE. p4-10.
- Barta, A.L., 1978. Effect of root temperature on dry matter distribution, carbohydrate accumulation and acetylene reduction activity in Alfalfa and Birdsfoot Trefoil. *Crop Sci*, 18, 637-640.
- Beuselinck, P. R., McGraw, R. L., 1989. Environmental considerations for lotus production: seed versus herbage. *Int. Grassl. Congress*, XVI, Nice, France, p649-50.
- Beuselinck, P. R., Peters, E. J., McGraw, R. L. 1984. Cultivar and management effects on stand persistence of birdsfoot trefoil. *Agr. J.* 76, 490-92.
- Bianchi, J. L., 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Fac. Agron. 86p
- Buxton, D. R., Hornstein, J. S., Wedin, W. F., Marten, G. C., 1985. Forage Quality in Stratified Canopies of Alfalfa, Birdsfoot Trefoil, and Red Clover. *Crop Sci*, 25, 273-279.
- Castro, E y Ganzabal, A., 1988. Sistemas lanares intensivos. Misc66, MGAP-CIAAB. 34p

- Collins, M., 1982. Yield and Quality of Birdsfoot Trefoil Stockpiled for Summer Utilization. *Agr. J.*, 74, 1036-1041.
- Crempien, C.L. 1983. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presuestación en establecimientos ganaderos. Bovinos para carne y ovinos. Informe de campo. Proyecto URU/78 004. Fucrea-FAO-PNUD. 72p.
- Culliman, B., 1960. Birdsfoot Trefoil. A New York seed crop. N.Y. Agric. Exp. Sta. Journal paper 842.
- Durán, H., 1991. Investigación aplicada en lechería. En Pasturas y Producción Animal en Áreas de Ganadería Intensiva. INIA, Serie Técnica N 15, 145-155.
- Elslick, R.F., Vogel W., 1959. Effect of soil moisture on the ultimate emergence of grass and legume seed. *Proc. Assoc. Off Seed Anal. Amer.* 49. 151-155.
- Formoso, F. 1983. Effect of defoliation in *Lotus corniculatus* L. *Lotus Newsletter*, N14, 3-4.
- Formoso, F. 1988. Manejo de especies y mezclas. Jornada de forrajeras, 9 de setiembre de 1988. CIAAB. EELE. p11-14.
- Formoso, F., Allegri, M. 1980. Leguminosas en la región noreste. I. Comportamiento de leguminosas en suelos arenosos, pesados e hidromórficos. *Misc. N 21. CIAAB. EEAN.* p1-8
- Foulds, W., 1978. Response to soil moisture supply in three leguminous species. I. Growth, Reproduction and Mortality. *New Phytol.* 80, 535-545.
- Fulkerson, R.S. 1982. Critical fall harvest period for birdsfoot trefoil. Ontario Agricultural College. University of Guelph. Information for industry personnel. March 1982.
- García, J., Rebuffo, M., Astor, D. 1988. Performance de variedades forrajeras en La Estanzuela. Variedades forrajeras II. MGAP-CIAAB. *Misc. N 68,* 15p.
- Gardner, A.L., Centeno, G.A., De Lucia, G.R., Albuquerque, H.E., 1968. Comportamiento de once variedades de *Lotus corniculatus* en La Estanzuela. MGA. CIAAB. *Bol. Tec. N 8,* 23p.
- Gervais, P., 1988. Influence du stade de croissance sur le rendement, la composition chimique et les réserves nutritives du lotier corniculé. *Can. J. Plant. Sci.* 68, 755-62
- Heichel, G.H., Vance, C.P., Barnes, D.K., and Henjum, K.I., 1985. Dinitrogen fixation, and N and dry matter distribution during 4 year stands of birdsfoot trefoil and red clover. *Crop Sci.* 25, 101-105.
- Henson, P.R., 1962. Breeding for resistance to crown and root rots in birdsfoot trefoil. *Crop Sci.* 2, 429-432.
- Hoveland, C.S., Haaland, R.L., Harris, R.R., and McGuire, J.A., 1982. Birdsfoot Trefoil in Alabama. Alabama Agricultural Experiment Station, Bull 537. p15.
- Leborgne, R., 1984. Antecedentes técnicos y metodología para presuestación en establecimientos lecheros. Inf. de campo. Proyecto URU/78/004. Fucrea-FAO-PNUD. 50p.
- Lopez, J., Prestes, P.J.Q., Magalhaes, E. 196. A curva de crescimento e a composicao em carboidratos solúveis, estruturais, lignina e proteína, e a digestibilidade em Cornichão. IX Int. Grassl. Congr. 851-857. Sao Paulo. Brasil.
- Marten, G.C., and Jordan, R.M., 1979. Substitution value of birdsfoot trefoil for alfalfa-grass in pasture systems. *Agr. J.* 71, 50-55.
- Marten, G.C., and Ehele, F.R., 1984. Influence of quality variation in four legume species on weight gains of grazing heifers. *Agron. Abstr. Amer. Soc. Agron., Madison. Wisconsin.* p159.
- Mc Graw, R.L., Marten, G.C. 1986. Analysis of Primary Spring Growth of four Pasture Legume Species. *Agr. J.*, 78, 704-710.
- Mc Graw, R. L., Beuselink, P. R., and Ingram, K.T., 1986. Plant Population Density Effects on Seed Yield of Birdsfoot Trefoil. *Agr. J.* 78, 201-5.
- Miller, J.D., Kreitlow, K.W., Drake, C.R., and Henson, P.R., 1964. Stand longevity studies with Birdsfoot trefoil. *Agr. J.* 56, 129-37.
- Nelson, C.J., Smith, D., 1969. Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. IV. Carbohydrate reserve levels and growth analysis under two temperature regimes. *Crop Sci.* 9, 589-591.
- Nelson, C.J., Smith, D. 1968. Growth of Birdsfoot Trefoil and Alfalfa. II. Morphological Development and Dry Matter Distribution. *Crop Sci.* 8, p 21-25
- Nelson, C.J., Smith, D. 1969. Growth of Birdsfoot trefoil and Alfalfa. IV. Carbohydrate Reserve Levels and Growth Analysis Under Two Temperature Regimes. *Crop Sci.* 9, 589-91.

- Puig,A y Ferrando,A., 1983.Requerimientos de fosforo en trebol blanco,lotus y trebol carretilla implantados puros y en mezcla.Tesis Fac.Agron.
- Qualls,M., Cooper,C.S., 1968. Germination, Growth,and Respiration Rates of Birdsfoot Trefoil al three temperatures during the early non photosynthetic stage of development. Crop.Sci,8,758-760.
- Risso,D., Formoso,F., Zarza,A., 1982. Utilizacion y Productividad de pasturas cultivadas integradas a procesos intensivos de engorde. Centro de Investigaciones Agricolas, Alberto Boerger.Misc.39.1-13.La Estanzuela.
- Risso,D.,Coscia,P.,Surraco,L.1982.Productividad de un tapiz de lotus (*Lotus corniculatus* L) bajo tres manejos de pastoreo. Investigaciones Agronomicas,Ano 4,N 1,50-56.
- Romero,R.,Corsi,W.(1991).Agroclimatologia del area de La Estanzuela.Pub. Interna. 67p.
- Seaney,R.R,and Henson,P.R.1970.Birdsfoot Trefoil.Adv.Agron.22.119-157.
- Sheaffer,C.C.,Marten,G.C,and Rabas,D.L., 1984.Influence of grass species on composition,yield,and quality of birdsfoot trefoil mixtures.Agr.J.76,627-632.
- Smith,D., 1970. Influence of temperature om the yield and chemical composition of five forage legume species.Agr.J.62,520-523.
- Taylor,T.H., Templeton,W.C.Jr, and Wyles,J.W.1973.Management effects on persistence and productivity of Birdsfoot trefoil (*L.corniculatus* L.).Agr.J.65,646-648.
- Thompson,L.S,and Willis,C.B.,1970. Reproduction of *Pratylenchus penetrans* and growth of birdsfoot trefoil as influenced by soil moisture and cutting management. Canadian J.of Plant Sci.50,499-504.
- Willis,C.B and Thompson,L.S., 1969. The influence of soil moisture and cutting management on *Pratylenchus penetrans* reproduction in birdsfoot trefoil and the relationship of inoculum levels to yields. Phytopathology,59,2,1872-75.
- Winch,J.E., 1960. Forage Quality.Ontario Agricultural College. Guelph.p 1-15.
- Winch,J.E., 1960. Birdsfoot trefoil Establishment and Techniques.Ontario Agricultural College.Guelph.p 1-6.

Este libro se imprimió en los Talleres Gráficos de
Editorial Hemisferio Sur S.R.L.
Montevideo-Uruguay

Edición Amparada al Art. 79. Ley 13.349

Depósito Legal 288.327/93

C 3901

**INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres
INIA Salto Grande
Of. en Montevideo**

**C.Correo 39173
C.Correo 33085
C.Correo 78086
C.Correo 42
C.Correo 68033
Andes 1365 p.12
Cp. 11100**

**Colonia
Las Piedras
Tacuarembó
Treinta y Tres
Salto
Montevideo
Fax 92 36 33**

**(0522)2005
(0324)7241
(0632)2407
(0452)2305
(0732)5156
(02)92 05 50
(02)92 03 43**