

**Jaime A. GARCIA\***

\* Ing. Agr., M.Sc., Forrajas, Est. Exp. Alberto Boerger, INIA La Estanzuela, 70000 Colonia, Uruguay

## INTRODUCCION

La sustentabilidad de las rotaciones cultivo-pastura dependen en buena medida del funcionamiento eficiente del componente leguminosa. Esto implica que deben producir forraje de calidad y fijar nitrógeno del aire durante un determinado período de tiempo. Este último aspecto conocido genéricamente como persistencia, puede definirse como el "mantenimiento de un stand de plantas suficiente para cumplir con los requerimientos y expectativas del sistema de producción" (Marten et al., 1989).

La relativamente pobre persistencia de las leguminosas en el Uruguay ha sido reiteradamente mencionada en los últimos años (García et al., 1981; García, 1983). Especies como trébol blanco, lotus y alfalfa presentan un pico de producción en el segundo año, luego declinan y generalmente no persisten más allá del tercer o cuarto año. Esto

## SUMMARY

*Sown pastures productivity in Uruguay is directly dependent upon the persistence of legumes. In general, after a peak in the second year, herbage yields rapidly go down due to a consistent legume decline. This situation is also common to the temperate southern latinamerican area as well as to other regions of the world.*

*It is recognized that there are many factors involved such as climate, varieties, pests and diseases, nutrients, management, competition, etc., which interact in a different way in each environment making the problem of legume persistence very site specific and complex. In this paper, the role of these factors according to the actual research knowledge and the perspectives for the progressive understanding of the problem are discussed.*

# PERSISTENCIA DE LEGUMINOSAS

condiciona marcadamente la producción de las praderas sembradas.

Tal como definimos anteriormente, el concepto de persistencia está necesariamente referido al sistema de producción y de acuerdo con éste en algunos casos el problema puede ser más importante que en otros. En general, para la mayoría de los sistemas de producción uruguayos, la mayor persistencia de las leguminosas es un requerimiento altamente deseable. Más aún, se puede pensar que los sistemas de producción uruguayos están delineados en función de la persistencia que es factible conseguir de las leguminosas.

Este requerimiento de mayor persistencia de las leguminosas no es exclusivo del Uruguay sino que en la mayor parte del mundo donde se cultivan leguminosas forrajas existen, en mayor o menor grado, problemas de persistencia (García, 1983; Barnes et al., 1985; Marten et al., 1989) y un requerimiento generalizado para aumentar la longevidad productiva de las mismas.

## FORMAS DE CRECIMIENTO Y MECANISMOS DE PERSISTENCIA

Las formas de crecimiento de las leguminosas determinan en parte el rango de adaptación de las mismas a distintas situaciones ambientales y de manejo. Desde el punto de vista de la persistencia, reviste

particular importancia lo relativo a los sistemas radiculares.

**Alfalfa.** Planta erecta con raíz pivotante profunda que puede llegar hasta 10 m en situaciones muy favorables. Forma una corona en la base de la planta donde se localizan las yemas que son la principal fuente para el rebrote.

**Trébol rojo.** Forma una corona y un sistema radicular pivotante y ramificado. En etapas tempranas de la planta la raíz primaria comienza a deteriorarse y las plantas persistentes generalmente desarrollan un sistema de raíces adventicias. Según las condiciones la raíz pivotante alcanza 40-60 cm mientras que las raíces laterales se concentran en los primeros 10 cm.

**Lotus corniculatus.** Igual que alfalfa y trébol rojo, también forma una corona y tiene una raíz pivotante no tan larga como la de alfalfa pero con un mayor desarrollo de un sistema fibroso en el horizonte superficial el cual se localiza generalmente en los primeros 30 cm del suelo.

**Trébol blanco.** Inicialmente la planta desarrolla una raíz pivotante pero ésta generalmente dura muy poco más de un año. Posteriormente, su crecimiento y sobrevivencia dependen de un eficiente reemplazo de estolones y raíces, dado que la mayoría de los órganos del trébol blanco son de corta vida. El estolón es la unidad estructural básica de la planta y contiene los primordios radiculares que si la humedad es adecuada desarrollan raíces adventicias, que se localizan en los primeros 10-15 cm del suelo. Se considera una especie con un sistema radicular superficial y una baja relación raíz/parte aérea, alrededor de 1:4 (Forde, 1989).

## RESUMEN

*La evolución productiva de las pasturas sembradas en el Uruguay es directamente dependiente de la persistencia del componente leguminoso. Estas en general tienen su pico de producción en el segundo año y luego declinan, siendo difícil que mantengan un stand productivo más allá del tercer o cuarto año. El mismo fenómeno, para las mismas especies, sucede en la mayor parte del área templada del Cono Sur así como en otras regiones del mundo. La persistencia de leguminosas forrajeras es el resultado de la acción de diversos factores tales como clima, variedades, enfermedades y plagas, fertilización, manejo, competencia, etc., los que interaccionan en forma diferente en cada ambiente, dando origen a un problema complejo y altamente específico. En este trabajo se analizan el rol de estos factores a la luz de los actuales conocimientos de la investigación así como las perspectivas de avance en el entendimiento general del problema.*

Existen básicamente dos formas mediante las cuales las leguminosas pueden persistir: por permanencia de la planta original o por resiembra e instalación de nuevas plantas. La importancia relativa de ambos mecanismos varía con la especie y el clima. Ecológicamente, la estrategia de sobrevivencia anual a través de la resiembra natural esta asociada a estreses climáticos, especialmente sequía, regulares y periódicos. (Tothill, 1978). Las leguminosas anuales tienden a ser importantes en áreas con una estación lluviosa definida y confiable seguida de una igualmente confiable estación seca (Jones y Carter, 1989).

En la alfalfa, por ejemplo, la persistencia depende de la perennidad de la planta original; la resiembra ocurre muy ocasionalmente pero difícilmente las plántulas sobreviven a la competencia de las plantas establecidas (Leach, 1978). En lotus y trébol rojo la persistencia también depende en buena medida de la perennidad de la planta original; la resiembra natural puede ser importante en algunos casos pero en general es bastante errática. El trébol blanco, persiste vegetativamente a través de los estolones aún después de la muerte de la planta original. Dado que éstos tienen un enraizamiento superficial, la especie es muy sensible al déficit hídrico.

El trébol blanco ofrece ejemplos de la importancia relativa variable de los mecanismos de persistencia en función del clima. En zonas templadas húmedas con tapices cerrados tales como zonas de Nueva Zelanda y Europa, la persistencia por resiembra es de muy poca importancia y la perennidad de la especie depende de la sobrevivencia de los estolones. En zonas con pronunciada sequía estival (estres periódico), tales como las del sur-este de Estados Unidos, el trébol blanco se comporta como anual y las poblaciones adaptadas tienen alta capacidad de semillazón. En el subtrópico australiano se puede producir buena resiembra de trébol blanco pero ésta es muy variable entre años (Jones, 1987) Por otra parte, dado que el desarrollo de la plántula es lento, esto conspira en muchos casos a su establecimiento exitoso por semillas. Forde (1989) sugiere que el trébol blanco no es una planta bien adaptada para un hábito anual y que en estos ambientes hay que considerar otras especies.

El clima en el Uruguay se caracteriza por su aperiodicidad. Los estreses de sequía pueden suceder en cualquier época del año, de ahí que la resiembra como mecanismo de

persistencia tiene alto grado de erradicidad. No es casualidad que en la flora pratense nativa predominen especies perennes.

## FACTORES QUE AFECTAN LA PERSISTENCIA DE LEGUMINOSAS

La persistencia es el resultado de la acción de diversos factores tales como clima, variedades, enfermedades y plagas, manejo, competencia, etc., los que interactúan en forma diferente en cada ambiente, dando origen a un problema complejo y propio de cada situación en particular. En un reciente Simposio celebrado en Hawaii (Marten et al., 1989) se reunieron investigadores de Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda para analizar los problemas de persistencia de leguminosas. En el mismo, los asistentes señalaron un total de 29 factores involucrados con dicho problema, poniendo de manifiesto la complejidad del mismo.

A continuación se analiza el rol de algunos de estos factores con referencia principalmente a la situación predominante de leguminosas cultivadas en la región litoral sur del Uruguay.

### Clima y suelos

Factores climáticos y edáficos determinan mayormente las regiones geográficas en que las especies se adaptan. La mayoría de las leguminosas forrajeras se siembran extensivamente fuera de los ecosistemas donde evolucionaron y son confrontadas con situaciones de stress para las que pueden no estar adaptadas. Las leguminosas tienen generalmente un menor rango de adaptación y menor elasticidad a estreses ambientales y del pastoreo que las gramíneas y requieren, por lo tanto, mejor manejo para persistir y permanecer productivas (Buxton, 1989).

Los factores climáticos que parecen afectar más el crecimiento y persistencia de las leguminosas en el Uruguay son los déficits y excesos hídricos y las altas temperaturas.

En situaciones de déficit hídrico, cuando la transpiración excede la absorción de agua se produce el estrés, que afecta la fisiología y el crecimiento de las plantas. Si éste es

severo, las plantas se desecan y mueren. El déficit hídrico puede hacer que se cierren los estomas, se reduzca la transpiración y se eleve la temperatura foliar. Los excesos hídricos detienen el crecimiento radicular por condiciones de anaerobiosis y promueven enfermedades como *Phytophthora*, *Pythium*, etc. (Buxton, 1989).

Los efectos de las altas temperaturas se dan muchas veces confundidos con los del déficit hídrico. El daño más común es cuando las temperaturas están cerca del máximo para el crecimiento durante períodos prolongados.

En el Uruguay, las altas temperaturas del verano, los frecuentes déficits hídricos en superficie, asociados muchas veces a suelos con una fuerte tendencia a la compactación superficial, originan situaciones de estrés que actúan ya sea afectando directamente las plantas o como elementos predisponentes que las debilitan, dañan sus raíces, las predisponen a enfermedades, etcétera. El estrés que imponen los factores bióticos (mal manejo, plagas, enfermedades, etc.) son aditivos de factores abióticos (clima, etc.), y cuanto más extremos sean éstos, especialmente la sequía, más sensitivo es el sistema a los primeros.

Las leguminosas forrajeras tienen más del 70% de sus raíces en los primeros 20 cm del suelo (Hochman y Helyar, 1989). Considérese, por ejemplo, el caso del trébol blanco en el que a partir del segundo año su persistencia vegetativa depende de los estolones cuyas raíces adventicias se concentran en los primeros 10-15 cm del suelo. Stevenson y Laidlaw (1985) encontraron que a medida que el suelo comienza a secarse en superficie, el potencial de los estolones para iniciar nuevas raíces declina y llega a inhibirse. A las dificultades para el enraizamiento de los estolones que normalmente supone un suelo seco y compactado en superficie, hay que agregar las complicaciones adicionales que implican la competencia con especies como *Festuca*, *Paspalum* y *Cynodon*, mejor adaptadas a esas situaciones de estrés.

Alfalfa, trébol rojo y lotus, por su sistema radicular, son más tolerantes que el trébol blanco a los déficits de humedad. El orden de tolerancia al estrés hídrico es alfalfa > lotus > trébol rojo > trébol blanco (Scott, 1985).

Desde el punto de vista edáfico, la limitante más generalizada en el Uruguay es el bajo nivel de fósforo de los suelos. Ya

mencionamos también que la compactación superficial puede ser un problema en especial para el enraizamiento de estolones de trébol blanco y también para la resiembra de lotus y trébol rojo. En algunos suelos las leguminosas pueden también estar limitadas por niveles de pH por debajo del rango óptimo para el crecimiento.

## Variedades

En ciertos casos, la siembra de variedades inadecuadas suelen ser una causa de poca persistencia. En el Uruguay se utilizan mayoritariamente variedades de origen nacional, la mayoría de ellas provenientes de introducciones o creaciones realizadas por La Estanzuela. El primer paso para visualizar si las variedades son un factor limitante que pudiera ser rápidamente subsanado es compararlas con las variedades más importantes del mercado internacional. En los últimos 15 años el Proyecto Forrajeras de La Estanzuela ha evaluado la performance agronómica de numerosos cultivares comerciales de leguminosas (García et al., 1988). En el cuadro 1 se presenta un resumen de dichos trabajos indicándose si dentro del rango de materiales evaluados existen cultivares más productivos y/o persistentes que las variedades nacionales utilizadas actualmente.

A continuación se describe brevemente la situación para cada especie:

**Trébol blanco.** Existen mejores variedades tanto desde el punto de vista de la producción de forraje como de la persistencia vegetativa. Estas corresponden a algu-

nos cultivares de tipo ladino como Regal, California ladino, etc., que pueden llegar a producir 25% más de forraje que Zapicán y que notoriamente persisten más por estolones aún en condiciones de pastoreo intenso con ovinos. Pero estas variedades igual declinan en el tercer año por lo que esta mayor persistencia relativa no se traduce, por ejemplo, en un cuarto año de buena producción consistente.

**Trébol rojo.** De todos los cultivares evaluados el cv. LE 116 es claramente uno de los más productivos considerando el rendimiento total de los dos primeros años. Sin embargo, no es el más persistente y algunas variedades como Kenland, Arlington, Redman, etc., llegan al segundo verano con mucho mejor stand de plantas lo cual está en parte relacionado con diferencias en sanidad. El cv. LE 116 es susceptible a podredumbre de raíz y en los últimos años se han observado importantes pérdidas de plantas en el segundo año debidas a esta enfermedad. Estos cultivares más persistentes tienen por lo general cierto reposo invernal, estación en la que son claramente aventajados por LE 116 (Rebuffo y García, 1991). De cualquier manera, la producción de trébol rojo en el tercer año tiene alta erraticidad y no es claro que estas diferencias en persistencia se traduzcan en un tercer año de producción consistente que compense la menor producción durante los dos primeros años.

**Lotus.** Los cultivares San Gabriel y Ganador, que se siembran masivamente en el Uruguay son claramente los mejores desde el punto de vista de la producción de forraje. Existen algunos materiales como el cv. Lot

Cuadro 1. Situación varietal respecto a cultivares en uso.

	Nº de cvs evaluados	Nº de países	Factibilidad de lograr		
			Mayor Rendim. total	Distinta producción estacional	Mayor persistencia
T. blanco	47	15	+ 25%	sí	sí
T. rojo	43	17	no	sí	sí
Lotus	39	14	no	no	sí
Alfalfa	88	11	no	sí	no

cuyas plantas persisten más pero tienen un marcado reposo invernal y mucho menor producción total. Sin embargo, en los últimos años se han observado mortalidades de plantas muy importantes en stands de las variedades rioplatenses San Gabriel, Ganador y El Boyero, aparentemente debidas a infección de *Fusarium* (M. Rebuffo, com. pers.) lo cual indica que probablemente estas variedades deberán ser sustituidas en el futuro.

**Alfalfa.** En esta especie existe un amplísimo rango de variedades en el mercado internacional y constante aparición de nuevos materiales. A pesar de esto, las evaluaciones realizadas muestran que los cultivares Chaná y Creoula siguen presentando una excelente performance que muy pocos cultivares introducidos consiguen igualar, tanto desde el punto de vista de la producción de forraje como de la persistencia.

En síntesis, el análisis de los resultados de evaluación de variedades introducidas indica que con la posible excepción del trébol blanco, las variedades que se están utilizando en el Uruguay, se comparan favorablemente con las del mercado internacional. En lotus y trébol rojo existen variedades con mejor sobrevivencia de plantas pero son menos productivas o tienen una distribución estacional poco deseable. En otras palabras, no podemos en el corto plazo esperar que con la sola introducción de variedades foráneas se pueda alterar sustancialmente el panorama actual en cuanto a la persistencia de estas especies. Pero por otra parte, es claro que algunas de las variedades uruguayas, especialmente en lotus y trébol rojo, tienen problemas de pérdidas de plantas asociadas a enfermedades y otros factores. La vía para conseguir mejores y más persistentes variedades es sin duda la realización de programas de mejoramiento tendientes a seleccionar variedades adaptadas a nuestras condiciones particulares de clima, suelos, enfermedades, manejo, etcétera.

## Enfermedades y plagas

Las enfermedades son una causa muy importante de pérdida de plantas. Generalmente, varias enfermedades están activas al mismo tiempo e interaccionan con otros factores y sólo ocasionalmente la pérdida de un stand puede atribuirse a una sola enfermedad. La mayoría de las enfermedades

pueden volverse severas en circunstancias extenuantes ya sea derivadas de situaciones climáticas, de mal manejo, etcétera.

Aún cuando generalmente las enfermedades se categorizan por la porción de la planta que atacan (foliares, radicales, etc.), sus efectos son sobre la planta entera. Enfermedades foliares afectan las raíces y viceversa. A menudo es el efecto sutil de enfermedades menores actuando como un complejo que resulta en una declinación prematura del stand. Independiente de la causa, la falla en la persistencia puede atribuirse muchas veces al fracaso de las plantas individuales para mantener sistemas radicales vigorosos (Leath, 1989).

En las plagas hay que distinguir entre daños agudos y subclínicos. El daño agudo por ataque de un insecto es generalmente esporádico, implica una especie, es rápidamente reconocible y sus efectos más fácilmente cuantificables. El daño subclínico, en cambio, puede tener un mayor efecto sobre el potencial productivo de la pastura, pero es más difícil de cuantificar y generalmente es el resultado de la acción de un complejo en el que intervienen insectos, hongos, nematodos, virus, etcétera.

Las enfermedades y plagas de las leguminosas son consideradas una limitación muy importante para la productividad y persistencia en EE.UU. (Burns, 1985; Matches, 1989) y también en Australia (Irwing 1989; Allen 1989). En el Uruguay los estudios sobre estos aspectos son relativamente recientes y en los cuadros 2 y 3 se

**Cuadro 2.** Algunas de las enfermedades más frecuentes en Uruguay.\*

	Lotus	T.blanco	T. rojo	Alfalfa
<i>Fusarium</i>	x	x	x	x
<i>Sclerotinia</i>	x		x	
<i>Phytophthora</i>				x
<i>Rhizoctonia</i>	x			
<i>Phoma</i>	x		x	x
<i>Uromyces</i>	x	x	x	x
<i>Stemphylium</i>	x	x	x	x
Antracnosis	x		x	x
<i>Leptosphaerulina</i>		x		x
<i>Erysiphe</i>			x	
<i>Pseudopeziza</i>				x
Virus		x	x	

\* Sheath et. al. (1988); Altier (1988).

**Cuadro 3.** Problemas potenciales de insectos y otros invertebrados en Uruguay \*.

- 
- Nematodos
  - Pulgones y chinches
  - Isocas y gorgojos de la raíz
  - Arañuela
  - Epinotia
  - Lagartas, grillos, hormigas
  - Pulgilla, míridos
- 

\* Sheath et al. (1988); Alzugaray (1991).

presentan las enfermedades detectadas con mayor frecuencia y los insectos e invertebrados que pueden constituir un problema.

En La Estanzuela se ha intentado cuantificar el impacto del complejo enfermedades y plagas mediante experimentos con aplicaciones periódicas de fungicidas e insecticidas (Altier, 1988), enfoque que ha sido utilizado en otros lugares (Chamblee et al., 1981). Pese a algunas limitaciones experimentales (Sheath et al., 1988), los resultados obtenidos para trébol blanco Zapicán indican incrementos del 80% en la producción de forraje del segundo año como resultado de la aplicación de fungicidas e insecticidas, poniendo de manifiesto la importancia del problema. Sin embargo, en el tercer año todos los tratamientos declinaron su producción y finalmente el stand se perdió en todos ellos, indicando que otros factores estaban afectando la persistencia de la especie.

Con respecto a nematodos, si bien se han detectado en diversas situaciones, no existen estudios que permitan evaluar su real importancia. Sería muy importante clarificar este punto, teniendo en cuenta que en Nueva Zelanda (Caradus, 1989) han encontrado que en las raíces nuevas de trébol blanco los primeros invasores son nematodos que luego posibilitan la entrada de hongos potencialmente patógenos.

Los insectos también son un problema para las leguminosas especialmente en semilleros. En una reciente encuesta (García et al., 1991), más de la mitad de los productores de semillas de leguminosas declaran haber observado problemas importantes de insectos siendo los más frecuentes lagarta, arañuela, epinotia y pulgones.

Respecto al control de enfermedades y plagas, solamente en los casos de semille-

ros parece factible plantearse el uso de fungicidas y/o insecticidas como herramientas de control. En pasturas para uso directo de animales, el uso de variedades resistentes a las enfermedades prevalentes en cada región y el manejo son las estrategias a utilizar. Prácticamente todos los programas de mejoramiento de leguminosas que existen en el mundo tienen en cuenta las enfermedades en sus programas de selección. En La Estanzuela se conducen actualmente programas de selección en varias leguminosas. En lotus, por ejemplo, se hace especial énfasis en resistencia a *Fusarium*, y en trébol rojo a podredumbre radicular (M. Rebuffo, com. pers.)

Las prácticas de manejo pueden en parte modificar el daño producido por enfermedades. El pastoreo frecuente, por ejemplo, puede reducir el desarrollo epidémico de enfermedades foliares, pero también puede aumentar los problemas de enfermedades radiculares al poner a las plantas en condición de stress y reducir la capacidad para un crecimiento radicular vigoroso (Latch y Skipp, 1987). Por tal motivo, resulta imprescindible la información sobre la biología de las enfermedades y plagas en cada ambiente para poder ajustar prácticas de manejo efectivas.

Respecto al manejo, un factor importante a tener en cuenta es que el cultivo continuado de la misma especie tiene normalmente efectos adversos. Esto se ha comprobado principalmente en trébol rojo (Kadjulis, 1974; Nesmith, 1986) y en alfalfa (Tesar, 1986) estando asociado con el incremento de enfermedades y pone de manifiesto la necesidad de rotar las especies forrajeras. Este aspecto podría estar relacionado con el hecho indicado por Sheath et al. (1988) de que en el Uruguay las pasturas que se instalan sobre suelos vírgenes persisten mejor que las que se instalan sobre suelos donde ya han habido otras pasturas y cultivos.

## Fertilización fosfatada

Los suelos del Uruguay son deficientes en fósforo y la falta de este nutriente impide generalmente un normal desarrollo de las leguminosas. Sin embargo, existen evidencias de que aún en situaciones de alta fertilización inicial y de mantenimiento, la declinación del componente leguminosa igual se produce (Castro, 1981; García, 1989), aunque esta tasa de declinación es menor cuan-

to mayores son los niveles de refertilización. Sheath et al. (1988) sostienen que para la situación uruguaya "existe poca evidencia de que la fertilidad del suelo por sí sola impida la persistencia de las leguminosas introducidas en la pastura".

Indudablemente que, variando con la respuesta relativa de las distintas especies, buenos niveles de fósforo en el suelo favorecerán el crecimiento de las leguminosas, pero esta no es una condición suficiente para asegurar una persistencia productiva del componente leguminosa por períodos de tiempo sustancialmente distintos a los que se obtienen actualmente.

Los resultados de Castro (1981) muestran que la respuesta a la refertilización fosfatada se reduce a medida que aumenta la edad de la pradera, mientras que García (1989) encontró que mediante técnicas de renovación es posible aumentar la eficiencia de la refertilización. Esto sugiere que a medida que aumenta la edad de la pastura comienzan a operar factores limitantes que reducen la respuesta al fósforo de las leguminosas. En la medida que la renovación es una forma de aumentar la respuesta, es probable que las limitantes sean la compactación, competencia, stand de plantas, etcétera. El conocimiento más acabado de esto sería muy importante para lograr el alargamiento de la vida productiva de las praderas así como un uso más eficiente de los fertilizantes fosfatados.

## Implantación

Si no existe una implantación satisfactoria difícilmente podrá lograrse alta producción y persistencia. Una encuesta realizada en el Uruguay por el Plan Agropecuario en 1980 citada por Alonso y Pérez Arrarte (1980) sugiere que en años normales el 27% de las praderas tienen problemas de implantación, llegando al 60% en años climáticamente adversos. A su vez se indica que las que se instalan mal duran menos que las bien implantadas.

La consecuencia de lograr o no un buen stand inicial es diferente según la forma de crecimiento de cada especie. En trébol blanco, por ejemplo, aún cuando el stand inicial sea relativamente bajo, el hábito estolonífero de la especie le permitirá colonizar espacios. En lotus, alfalfa y trébol rojo, el logro de un stand inicial de plantas es mucho más importante pues si éste es deficitario será difícil de solucionar y en algunos casos,

tal como alfalfares mal implantados, casi imposible.

Distintos factores que afectan la implantación de las pasturas han sido mencionados por Laidlaw (1983a) y Rebuffo (1983). El primer punto a tener en cuenta es la calidad de la semilla; si ésta no es buena, no se obtendrá una buena pastura. No se cuenta en el Uruguay con datos precisos que cuantifiquen el rango de calidad de semillas que utilizan los productores así como las consecuencias de ello en la instalación, producción y persistencia. Sin embargo, existen estimaciones (García et al., 1991) de que unas 150 toneladas de subproductos de maquinación de leguminosas se comercializan anualmente y otro volumen similar es utilizado por los productores semilleros para sembrar sus praderas. Por otro lado, las normas vigentes de comercialización de semillas posibilitan que existan en el mercado lotes de calidad muy diferente en cuanto a contenido de malezas, velocidad de germinación, etc. (C. Rostan, com. per.).

Los métodos de siembra son elementos manejables por el productor y que influyen en la instalación de las pasturas. En el país, buena parte de las praderas convencionales se instalan asociadas a cultivos y los resultados de Altier y García (1986) muestran que una de las causas más frecuentes de implantaciones defectuosas parecen estar asociadas con altos desarrollos de la biomasa de los cultivos asociados. Estos autores encontraron (figura 1) una estrecha relación entre el rendimiento de implantación, que es función del crecimiento y densidad de las especies en el año de siembra, y el rendimiento del año siguiente, lo que muestra claramente la permanencia de los efectos de una mala implantación. Las técnicas tendientes a reducir la competencia entre el cultivo y la pastura en este tipo de siembra deben ser consideradas muy especialmente como forma de mejorar la implantación y por consiguiente la persistencia.

Algunos hongos del suelo tales como especies de *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc., pueden afectar las leguminosas al estado de plántula ocasionando serias reducciones en el stand. Aparentemente las plántulas de leguminosas son más susceptibles al ataque de dichos hongos durante los primeros días de crecimiento, luego se vuelven más resistentes. Por lo tanto, la siembra cuando las condiciones son más favorables para una germinación y creci-

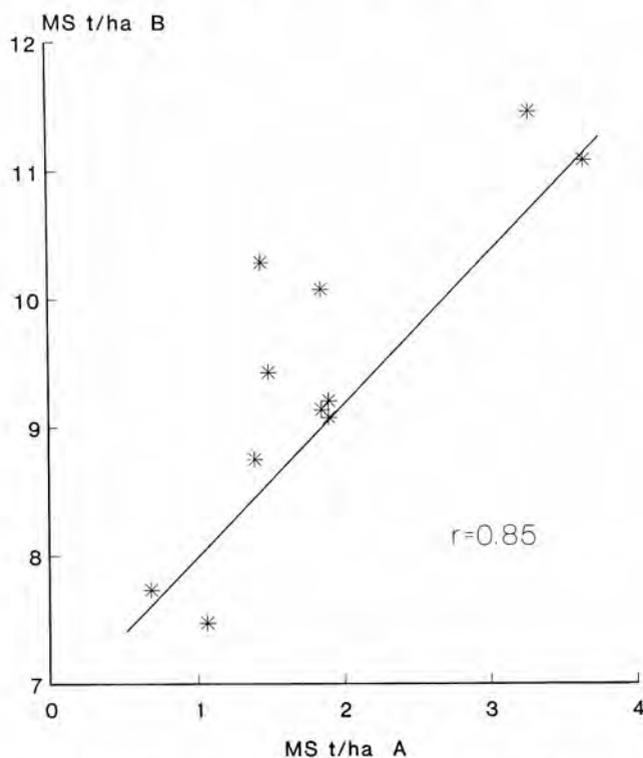


Figura 1. Relación entre el rendimiento de implantación (A) y el rendimiento del año siguiente (B).

miento rápido tenderá a minimizar las pérdidas de plantas reduciendo el período durante el cual las plántulas son más susceptibles a la infección (Latch y Skipp, 1987). El tratamiento de la semilla con fungicidas (Haquin, 1989) es una alternativa muy interesante para reducir los efectos del damping-off y los resultados obtenidos por Formoso (1984) y Altier (1988) muestran importantes incrementos de la proporción de plantas establecidas. Los fungicidas utilizados no deben ser tóxicos para el *Rhizobium*.

Las plagas que actúan al estado de plántula también pueden causar importantes efectos, especialmente en siembras en cobertura o con mínimo laboreo. Watson et al. (1989) encontraron que la protección con insecticidas de las plántulas de trébol blanco durante tres meses post-siembra, tenía efectos positivos en el rendimiento de forraje hasta cuatro años después.

### Manejo

Las especies de leguminosas tienen distintos requerimientos de manejo en función

de su fisiología, hábito de crecimiento, etcétera. Por consiguiente, la forma (intensidad, frecuencia, época del año, etc.) en que son defoliadas las leguminosas tiene efectos muy importantes en su producción posterior.

El manejo puede afectar la persistencia de leguminosas por un efecto directo sobre las mismas o indirecto ya sea promoviendo o debilitando los efectos competitivos de las gramíneas asociadas. Generalmente la persistencia de las leguminosas es más pobre cuanto más vigoroso y denso es el crecimiento de la gramínea acompañante.

Los principios generales de manejo de las distintas especies están documentados en diversas publicaciones (Langer, 1973; Spedding y Diekmahns, 1972; Carámbula, 1977). Lo que importa resaltar aquí es que el estrés que eventualmente impone el manejo interacciona con otros factores (temperatura, humedad del suelo, competencia de otras especies, etc.) de ahí la necesidad de ajustar dichos principios a cada ambiente en particular.

Algunas pautas generales de manejo desarrolladas en el Uruguay indican que para especies como trébol blanco, lotus y trébol rojo, los mejores resultados se obtienen cuando los pastoreos se realizan con una acumulación de forraje de 1,5 a 2 ton MS/ha, cuando se evitan sobrepastoreos en situaciones de déficit hídrico y cuando se maneja aliviado durante el verano. En el caso de la alfalfa, los momentos de corte o pastoreo deben determinarse en función de la floración y/o rebrotes basales.

El manejo de pasturas tiene generalmente dos objetivos: uno es promover la persistencia de las especies deseables y el otro es aumentar la producción. En los últimos años se han realizado en La Estanzuela varios experimentos comparando distintos esquemas de defoliación, tanto con especies puras o mezclas, con la finalidad de determinar los períodos críticos para cada especie y el manejo óptimo para la mayor producción y persistencia. Los resultados generales indican que las diferencias que originan distintos manejos de defoliación de la pastura son mucho más importantes en términos de producción que de persistencia. En otras palabras, con mal manejo las pasturas producen y duran menos mientras que con buen manejo pueden producir más del doble de forraje y también persisten más pero esta mayor persistencia no es, digamos, del doble de lo que duran normalmente. Aún con el mejor standard de

## Competencia

manejo del pastoreo, se produce una declinación del componente leguminosa, lo cual parecería estar básicamente determinado por el ambiente. Una situación análoga parece ocurrir en Australia con alfalfa según Jones y Carter (1989) quienes señalan que la persistencia de esa especie sigue un gradiente que va de tres años en la región sur a un año en el subtrópico. El manejo no puede alterar este gradiente ambiental pero puede mejorar relativamente la persistencia en cualquier punto de ese gradiente.

A nivel de productor, los problemas de declinación de las leguminosas como resultado de manejos incorrectos son muy acentuados pues en la práctica el manejo del pastoreo se realiza más en función de los animales que de los requerimientos de la pastura. Un reciente informe de una consultoría neocelandesa (Sheath et al., 1988) sugiere que "independientemente de los problemas de persistencia, muchos de los fracasos observados a nivel de los establecimientos es el resultado de errores básicos en el manejo de las pasturas". Esto también sucede en otras partes del mundo. En Estados Unidos, Matches (1989) sugiere que para mejorar la persistencia se necesitan "variedades resistentes al productor". En Australia, Curll y Jones (1989) sostienen que con la posible excepción de la alfalfa, el manejo de las pasturas de leguminosas ha estado generalmente basado en los requerimientos animales, la conveniencia y la maximización del ingreso del establecimiento rural en el corto plazo. Dichos autores indican que ha habido una tendencia a pastorear las praderas en forma continua o por períodos muy extendidos de tiempo, pero que sería posible desarrollar normas tendientes a mejorar la persistencia de las leguminosas con el manejo del pastoreo tales como cambios estacionales en la presión y frecuencia de pastoreo y descansos estratégicos.

El entendimiento de los efectos del manejo es una tarea compleja. En primer lugar por las interacciones con otras variables, principalmente la humedad del suelo en horizontes superficiales. Se acepta que en ambientes con alta errática de lluvias es difícil tener estrategias de manejo muy refinadas (Kemp, 1987). Por eso el éxito en el manejo de las pasturas debe basarse en el conocimiento de los factores que afectan el crecimiento de las plantas, en el ajuste permanente del equilibrio entre las necesidades de las pasturas y los animales y en una buena dosis de sentido común.

Las leguminosas forrajeras se usan en mezclas con gramíneas y otras especies de leguminosas y están, por tanto, sujetas a competencia. A esto debe agregarse el hecho de que en una pastura normalmente aparecen especies no deseadas ya sea dicotiledóneas o gramíneas agresivas. Las mezclas de gramíneas y leguminosas son básicamente inestables y los cambios de una fase inicial de dominancia de leguminosas a una fase posterior de dominancia de gramíneas han sido descritos por Brougham et al. (1978). Es interesante destacar la observación de Hochman y Helyar (1989) quienes sostienen que las leguminosas muy raramente dominan ecosistemas naturales y que el mantenimiento de un contenido de leguminosas agrónomicamente deseable en pasturas puede ser considerado como un intento de sostener una condición de no equilibrio.

El clima del Uruguay permite el crecimiento de gramíneas templadas y subtropicales; esto hace que normalmente en una pastura el componente gramínea pueda presentarse como un importante factor de competencia para las leguminosas, por su mayor adaptación a situaciones de estrés.

Dentro de las gramíneas que más compiten con las leguminosas en el Uruguay, sin duda que la gramilla brava (*Cynodon dactylon*) es de las más importantes. Esta especie foránea, pero con notables características de adaptación a nuestro clima, es un componente infaltable de las praderas de la región litoral-sur y una de las vías finales de la degradación de las pasturas sembradas. Por tal motivo es comúnmente indicada como una de las "causas" por las que las leguminosas (y las praderas) se pierden.

Experimentos realizados en La Estanzuela comparando distintas mezclas forrajeras en el mismo suelo pero en situaciones de alta y baja infestación inicial de gramilla han permitido, por primera vez, cuantificar con cierta precisión el impacto de esta maleza en la productividad de las praderas. La figura 2 resume los resultados de dichos experimentos y muestra las importantes reducciones en los rendimientos de las especies sembradas, especialmente luego del segundo año, como consecuencia de la gramilla. Sin embargo, se puede observar que aún en la situación de muy baja o nula infestación de gramilla, igual se constata un

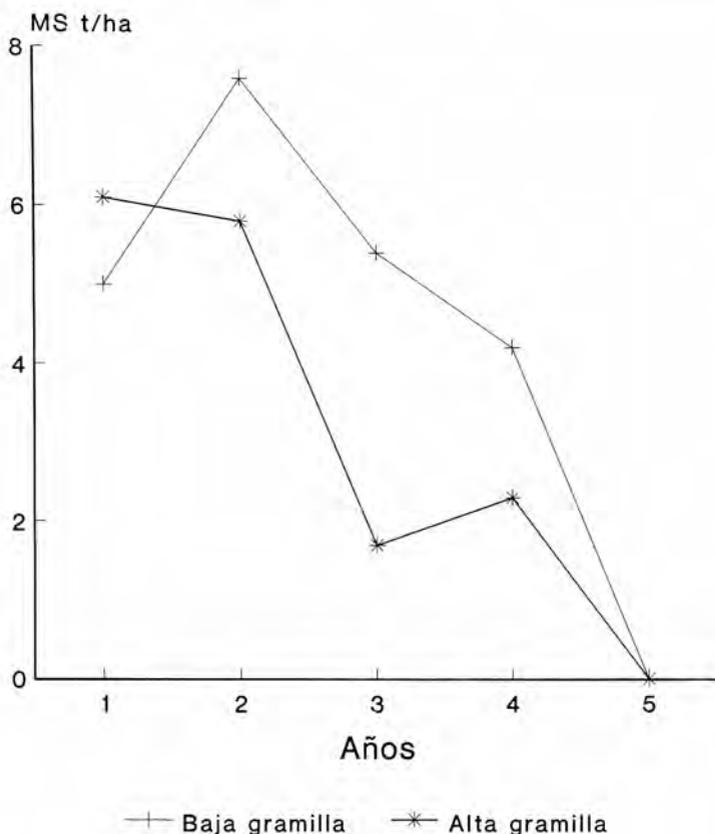


Figura 2. Producción de praderas con alta y baja presencia de gramilla. Rendimientos en MS t/ha sin gramilla (García, J., no publicado).

descenso en los rendimientos asociado a la declinación de las leguminosas. Quiere decir que la gramilla es una causa muy importante predisponente de la desaparición de las leguminosas en el tapiz, pero la tendencia de las leguminosas a declinar a partir del tercer año igual se constata en una situación sin gramilla.

Las dificultades para mantener un componente leguminosa en asociación con gramíneas perennes especialmente de tipo C4 y en áreas de larga estación de crecimiento ha sido señalada por Helyar (1985). En el Sur-Este de Estados Unidos, se considera que la competencia que ejerce la *Festuca* en las pasturas es uno de los principales factores involucrados en la poca persistencia de las leguminosas (Matches, 1989). En el Uruguay, también las pasturas sembradas pueden derivar a tapices dominados por *Festuca* o *Paspalum*.

## Alelopatía

El término alelopatía denota cualquier efecto dañino, directo o indirecto, de interacción química o bioquímica entre plantas. Estas interacciones son complejas y se confunden muchas veces con competencia.

Se ha sugerido la existencia de efectos alelopáticos como uno de los factores involucrados en la declinación de las leguminosas en el tapiz. Se ha encontrado, por ejemplo, que los extractos foliares de festuca reducen la germinación de lotus y trébol rojo (Peters y Zam, 1968) así como el crecimiento radicular del trébol blanco (Pederson, 1985). También se ha encontrado que extractos acuosos de trébol blanco inhiben la germinación y causan anomalías en plántulas de esa especie así como de otras especies forrajeras (MacFarlane et al., 1982a, b). Estos autores sugieren que la declinación en el vigor del trébol blanco puede ser el resultado de un mecanismo autoalelopático que reduce el vigor de las plantas e inhibe la resiembra.

## Rhizobium

Un requisito indispensable para la persistencia de las leguminosas es el establecimiento y mantenimiento de una simbiosis efectiva leguminosa: *Rhizobium*. Uno podría preguntarse si la declinación de las leguminosas no está relacionada con un descenso en la capacidad de fijación de nitrógeno. Laidlaw (1983b) sugirió que una forma de determinar si el *Rhizobium* es una restricción para la persistencia del trébol blanco sería analizar la relación entre la fijación de N y el crecimiento del trébol; si esta relación es constante a través de los años y si la nodulación es satisfactoria, entonces es poco probable que el *Rhizobium* sea la causa principal de la falta de persistencia.

Los trabajos de Labandera et al. (1988) y de Danso et al. (1991) con pasturas de *Festuca*, trébol blanco y lotus en La Estanzuela, indican que los porcentajes de nitrógeno derivados de la fijación simbiótica para ambas leguminosas son generalmente superiores al 85%, alcanzando en algunos años valores promedio superiores al 90%. Por otra parte, el parámetro de eficiencia kg de N fijado/t de MS de trébol se mantiene relativamente constante entre pasturas y entre años. Aún en pasturas donde el trébol

blanco pasó de ser la especie dominante en el segundo año, a ser la especie minoritaria en el tercer año, igualmente el porcentaje de nitrógeno derivado de la simbiosis sigue siendo alto y el parámetro de eficiencia se mantiene. Esto sugeriría, que para dichas leguminosas, la declinación de las mismas observada en dichos experimentos, no estuvo asociada con una falla en la simbiosis.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Parecería estar fuera de discusión la importancia de que la persistencia de las leguminosas no sea la deseable. Para países como el Uruguay, donde los sistemas de producción agropecuaria dependen de las leguminosas para el aporte de nitrógeno y el forraje de calidad, el funcionamiento de éstas influye en la eficiencia global del sistema.

Los múltiples factores involucrados y las interacciones entre ellos configuran un problema altamente complejo. Sin embargo, los beneficios derivados de mejorar en el entendimiento y manejo de los problemas de persistencia son inmensos habida cuenta de la importancia del área de leguminosas forrajeras a nivel nacional y mundial.

Las soluciones que se encuentren deberán surgir de la investigación y el éxito del esfuerzo dependerá de un enfoque global adecuado, de una correcta elección de prioridades y de la provisión de los recursos necesarios.

Las áreas de investigación que aparecen prioritarias son:

**Mejoramiento genético.** Las variedades que estamos usando tienen defectos que es necesario subsanar. Hay problemas que se vienen agudizando, por ejemplo, las mortalidades de plantas en lotus.

**Estudios del complejo enfermedades y plagas.** El avance en el conocimiento de estas áreas redundará tanto en un aumento de la eficiencia de los programas de mejoramiento genético como en recomendaciones de manejo que tiendan a minimizar estos problemas en la práctica.

**Estudios detallados de los efectos del manejo.** Los ensayos que estudian variables de manejo pero que no van acompañados de estudios detallados (demográficos, etc.) cuantifican resultados, describen

el éxito o el fracaso de persistencia para uno o más tratamientos, pero aportan relativamente poco en cuanto a las causas precisas y entendimiento general del problema. Por tal motivo, es difícil diseñar con precisión estrategias de manejo efectivas. Se sabe, por ejemplo, que la persistencia de una planta depende del mantenimiento de un sistema radicular activo; sin embargo, esta es un área de investigación que no se ha desarrollado en el Uruguay.

**Renovación de pasturas.** Aunque no vinculada con la persistencia de las plantas originalmente sembradas, las técnicas de renovación pueden ser una herramienta de manejo importante para sostener económicamente la producción de las praderas. Si bien hay resultados auspiciosos (Arrospide y Ceroni, 1980; Vega, 1983), la profundización de esos estudios es necesaria para definir con precisión la estrategia factible de utilizar en cada situación y aumentar la seguridad de obtener buenos resultados.

Por último, cabe preguntarse cuál sería una meta realista en cuanto a los resultados a obtener si se implementa un esfuerzo de investigación como el descrito. En otras palabras, ¿cuánto podemos mejorar la persistencia productiva de las plantas originalmente sembradas? Con los riesgos de todo ejercicio de futurología, parece razonable poder obtener un año extra en trébol rojo y entre uno y dos años más en lotus, trébol blanco y alfalfa.

Conviene tener presente la observación de Carl Hoveland en el Simposio de Persistencia de Hawaii (Marten et al., 1989): "las leguminosas no son componentes naturales de las vegetaciones pastoriles. ¿En qué lugar del mundo puede uno encontrar naturalmente tapices donde las leguminosas sean las especies dominantes? Las leguminosas tienen que ser tratadas como un cultivo. No tienen la tolerancia a la adversidad que es característica de las gramíneas. Por lo tanto, debería esperarse que sea difícil cultivar leguminosas en una pastura con animales."

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALONSO, J. M.; PEREZ ARRARTE, C. 1980. "El Modelo Neozelandés". Un intento de superación del modelo de

- producción ganadera uruguaya. In: Anales del Primer Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Montevideo. p.172-222.
- ALTIER, N.; GARCÍA, J. 1986. Efectos del manejo y tipo de trigo en una pastura asociada. *Investigaciones Agronómicas* 7:16-21
- ALTIER, N. 1988. Enfermedades de plantas forrajeras. In: Jornada de forrajeras, Set.1988. Mimeografiado. CIAAB, La Estanzuela
- ALZUGARAY, R. 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. INIA-La Estanzuela, Boletín de Divulgación N° 10.
- ALLEN, P. G. 1989. Arthropod pests and the persistence of pasture legumes in Australia. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.419-437.
- ARROSPIDE, C. G.; CERONI, C. 1980. Estudios sobre el rejuvenecimiento de praderas sembradas. Tesis, Fac. Agronomía, Uruguay.
- BARNES, R. F.; BALL, P. R.; BROUGHAM, R. W.; MARTEN, G. C.; MINSON, D. J. 1985. Forage legume for energy-efficient animal production. Proc. Trilateral Workshop, Palmerston North, 1984. USDA, ARS.
- BROUGHAM, R. W.; BALL, P. R.; WILLIAMS, W. M. 1978. The ecology and management of white clover based pastures. In: J. R. Wilson, ed. Plant Relations in Pastures. CSIRO. p.309-324.
- BURNS, J. C. 1985. Environmental and management limitations of legume-based systems in the southern United States. In: R. F. Barnes et al., eds. Forage legumes for energy-efficient animal production. Proc. Trilateral Workshop, P. North, 1984. USDA. p.129-136.
- BUXTON, D. R. 1989. Major climatic and edaphic stresses in the the United States. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am.Soc.of Agron. p.217-232.
- CARADUS, J. R. 1989. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.502.
- CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Hemisferio Sur.
- CASTRO, J. L.; M. DE ZAMUZ, E.; BARBOZA, S. 1981. Fertilización de pasturas en el litoral oeste del Uruguay. *Investigaciones Agronómicas*, 2:56-67
- CURLL, M. L.; JONES, R. M. 1989. The plant-animal interface and legume persistence. An australian perspective. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.339-357.
- CHAMBLEE, D. S.; LUCAS, L. T.; CAMPBELL, W. V. 1981. Ladino clover persistence as affected by physical management and use of pesticides. Proc. XIV Int. Grassl. Congr., Kentucky, p.584- 587.
- DANSO, S. K. A.; CURBELO, S.; LABANDERA, C.; PASTORINI, D. 1991. Herbage yield and nitrogen fixation in a triple-species mixed sward of white clover, lotus and fescue. *Soil Biol. Biochem.*, 23:65-70.
- FORDE, M. B.; HAY, M. J. M.; BROCK, J. L. 1989. Development and growth characteristics of temperate perennial legumes.. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p 91- 108
- FORMOSO, F. 1984. Efectos de curasemillas en la implantación de especies forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*, 5:14-17
- GARCÍA, J.; FORMOSO, F.; RISSO, D.; ARROSPIDE, C.; OTT, P. 1981 Productividad y estabilidad de praderas. *Miscelánea* 29, CIAAB, La Estanzuela.
- GARCÍA, J. ed. 1983. Persistencia de pasturas mejoradas. *Diálogo V. IICA-Cono Sur/BID*
- GARCÍA, J. A.; REBUFFO, M.; ASTOR, D. 1988. Variedades forrajeras II. *Miscelánea* 68. CIAAB, La Estanzuela.
- GARCÍA, J. A. 1989. The impact of renovation and phosphate fertilization on the productivity of pastures in Uruguay. Proc. XVI Int. Grassl. Congr., Nice, p.93-94
- GARCÍA, J. A.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F.; ASTOR, D. 1991. Producción de semillas forrajeras. *Tecnologías en uso. INIA-La Estanzuela*, 40 p.

- HAQUIN, F. 1989. Traitements de semences de céréales: la révolution se confirme. *Semences et Progres*, 60:5-14
- HELYAR, K. R. 1985. The distribution and use of forage legume in Australia. In: R. F. Barnes et al., eds. Forage legumes for energy-efficient animal production. Proc. Trilateral Workshop, P. North, 1984. USDA. p.2-18.
- HOCHMAN, Z.; HELYAR, K. R. 1989. Climatic and edaphic constraints to the persistence of legumes in pastures. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.177-201.
- IRWIN, J. A. 1989. Diseases of pasture legumes in Australia. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.399-417.
- JONES, R. M. 1987. Persistence of white clover under grazing. In: National white clover improvement. Proc. workshop, Armidale, 1987. N.S.W. Dept. Agric. p.6.6-6.10.
- JONES, R. M.; CARTER, E. D. 1989. Demography of pasture legumes. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.139-156.
- KADJULIS, L.; KRUCHAITE, A.; LUGAUSKAS, A.; PETRAUSKAITE, E.; RUDZYAVICHENE, Z. 1974. Clover soil sickness and alternation of legumes in crop rotation. Proc. XII Int. Grassl. Congr., Moscow, 393-401.
- KEMP, D. R. 1987. Development patterns, response to temperature and daylength, and management for improved persistence. In: National white clover improvement. Proc. workshop, Armidale, 1987. N.S.W. Dept. Agric. p.6.1-6.5.
- LABANDERA, C.; DANSO, S. K. A.; PASTORINI, D.; CURBELO, S.; MARTIN, V. 1988. Nitrogen fixation in a white clover-fescue pasture using three methods of Nitrogen-15 application and residual Nitrogen-15 uptake. *Agron. J.*, 80:265-268
- LAILAW, A. S. 1983a. Factores edáficos que afectan la implantación y desarrollo de pasturas sembradas. In: J. García, ed. Persistencia de pasturas mejoradas. *Dialogo V. IICA/BID.* p.35-41
- LAILAW, A. S. 1983b. Informe sobre la investigación en persistencia de pasturas en Chile. In: J. García, ed. Persistencia de pasturas mejoradas. *Dialogo V. IICA/BID.* p.119-124.
- LANGER, R. H. M. 1973. Pastures and pasture plants. Reed.
- LATCH, G. C. M.; SKIPP, R. A. 1987. Diseases. In: M. J. Baker y W. M. Williams, White clover. C.A.B. International. p.421-460.
- LEACH, G. J. 1978. The ecology of lucerne pastures. In: J. R. Wilson, Plant relations in pastures. CSIRO. p 290-308.
- LEATH, K. T. 1989. Diseases and forage stand persistence in the United States. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.465-478.
- MACFARLANE, M. J.; SCOTT, D.; JARVIS, P. 1982a. Allelopathic effects of white clover. 1. Germination and chemical bioassay. *N.Z. Journal of Agric. Res.*, 25:503-510
- MACFARLANE, M. J.; SCOTT, D.; JARVIS, P. 1982b. Allelopathic effects of white clover. 2. Field investigations in tussock grasslands. *N.Z. Journal of Agric. Res.*, 25:511-518.
- MARTEN, G. C.; MATCHES, A. G.; BARNES, R. F.; BROUGHAM, R. W.; CLEMENTS, R. J.; SHEATH, G. W., eds. 1989. Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron.
- MATCHES, A. G. 1989. A survey of legume production and persistence in the United States. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.37-43.
- NESMITH, W. C. 1986. A sudden decline of seedling red clover in conservation-tillage established stands in Kentucky. In: R. R. Hill et al., eds. Proc. Int. Symp. on establishment of forage crops by conservation tillage: pest management. Pennsylvania State College. p.77.
- PEDERSON, G. A. 1985. Allelopathic effects of tall fescue on germination and seedling growth of white clover genotypes. Proc. XV Int. Grassl. Congr., Tokyo, 2-p-26.
- PETERS, E. J.; ZAM, A. H. B. 1968. Allelopathic effects of tall fescue genotypes. *Agron. J.* 73:56-58.

- REBUFFO, M. 1983. Factores que afectan la implantación de las pasturas. In: J. García, ed. Persistencia de pasturas mejoradas. Dialogo V. IICA-Cono Sur/ BID
- REBUFFO, M.; GARCÍA, J. 1991. Importancia del ciclo de las variedades forrajeras en los sistemas intensivos. In: E. Restaino y E. Indarte, eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Serie Técnica N°15. p.9-15.
- SCOTT, D.; KEOGHAN, J. M.; COSSENS, G. G.; MAUNSELL, L. A.; FLOATE, M. J. S.; WILLS, B. J.; DOUGLAS, G. 1985. Limitations to pasture production and choice of species. In: R. E. Burgess; J. L. Brock, eds. Using herbage cultivars. N.Z. Grassl. Assoc., P. North. p.9-15.
- SHEATH, G. W.; POTTINGER, R. P.; CONFORTH, I. S. 1988. Informe de consultoría sobre la estabilidad de las pasturas. Plan Agropecuario, MGAP, mimeografiado.
- SPEEDING, C. R. W.; DIEKMAHNS, E. C. 1972. Grasses and legumes in british agriculture. CAB Bulletin 49
- STEVENSON, C. A.; LAIDLAW, A. S. 1985. The effect of moisture stress on stolon and adventitious root development in white clover (*Trifolium repens* L.). Plant and Soil, 85:249-257.
- TESAR, M. B. 1986. Re-establishing alfalfa after alfalfa without autotoxicity. In: R. R. Hill et al., eds. Proc. Int. Symp. on establishment of forage crops by conservation tillage: pest management. Pennsylvania State College. p.51.
- TOTHILL, J. 1978. Comparative aspects of the ecology of pastures. In: J. R. Wilson, ed. Plant relations in pastures. CSIRO. p 385-402.
- VEGA, J. 1983. Renovación de pasturas dominadas por *Festuca arundinacea* o *Cynodon dactylon*. Tesis, Fac. Agronomía, Uruguay
- WATSON, R. N.; SKIPP, R. A.; BARRATT, I. P. 1989. Initiatives in pest and disease control in New Zealand towards improving legume production and persistence. In: G. C. Marten et al., Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. Am. Soc. of Agron. p.441-463.