
ENFERMEDADES DEL LOTUS EN URUGUAY

Nora Altier*

* Ing. Agr., M. Sc., Ph.D., Protección Vegetal, INIA La Estanzuela

Título: ENFERMEDADES DEL LOTUS EN URUGUAY

Autor: Nora Altier

Serie Técnica N° 93

© 1997, INIA

ISBN: 9974-38-083-9

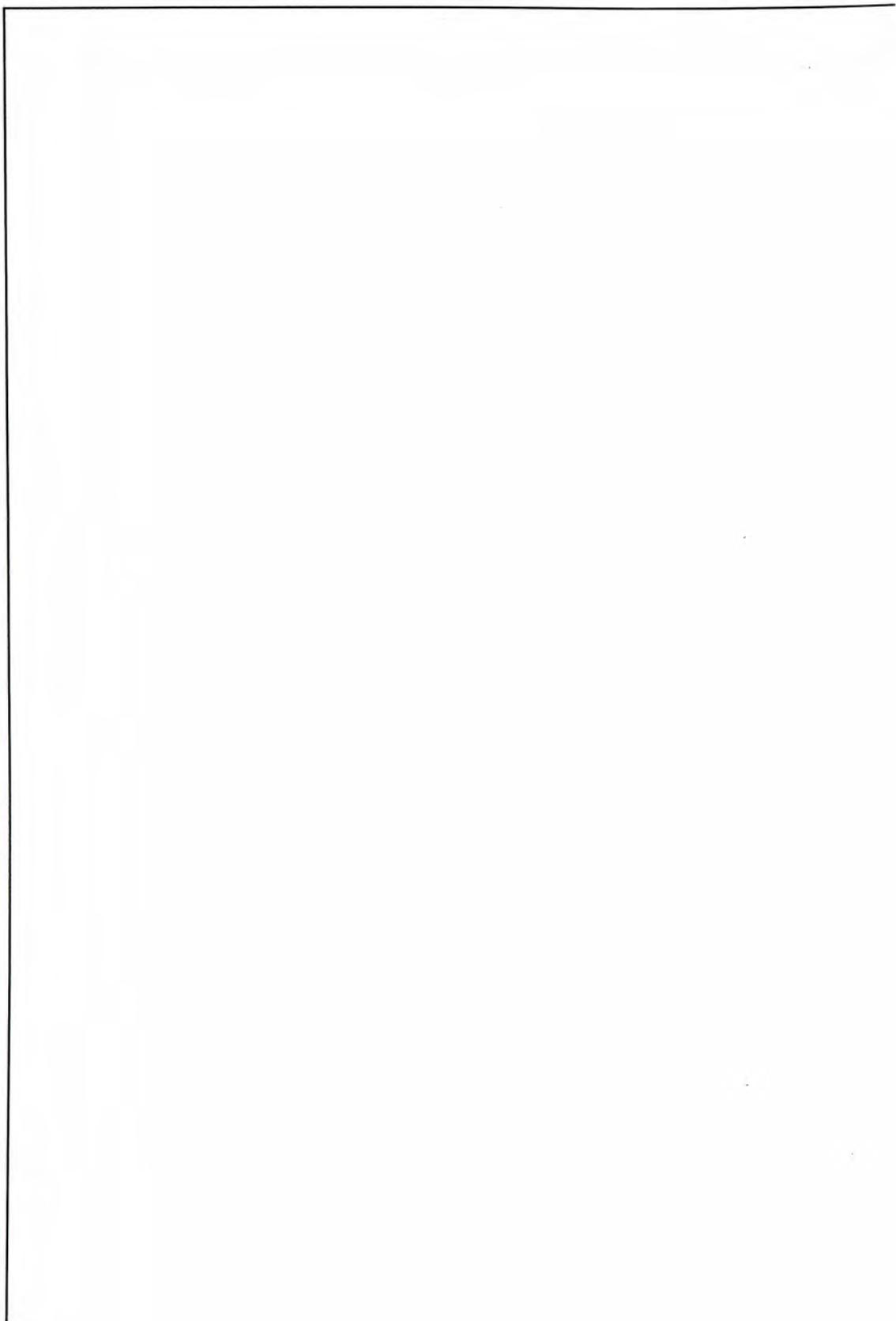
Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA.
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay

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

INDICE

Página

1. Introducción	1
2. Caracterización de las enfermedades de lotus	2
2.1. Impacto agronómico de las enfermedades	2
2.2. Diagnóstico de enfermedades y agentes causales	4
2.2.1. Enfermedades de corona y raíz	5
2.2.2. Enfermedades de tallo y hoja	9
2.2.3. Otras enfermedades	11
3. Consideraciones finales	12
4. Perspectivas futuras	13
5. Agradecimientos	14
6. Bibliografía	14



ENFERMEDADES DEL LOTUS EN URUGUAY

1. INTRODUCCION

Las leguminosas forrajeras juegan un rol esencial en la producción agropecuaria uruguaya, como componente clave para la sustentabilidad de las rotaciones cultivo-pastura y el mejoramiento extensivo de campo natural.

El lotus (*Lotus corniculatus* L.) es la leguminosa forrajera más sembrada en el Uruguay, donde se utiliza fundamentalmente para pastoreo directo, pura o en mezcla con otras especies. Se adapta a un rango muy amplio de condiciones y tipos de suelo aventajando a trébol blanco, trébol rojo y alfalfa en suelos de pH ácido y bajo contenido de fósforo. Otras características tales como la ausencia de riesgo de meteorismo, su alto valor nutritivo, y su capacidad de resiembra, influyen para que esta especie se adapte a sistemas intensivos y extensivos de producción y sea utilizada también en mejoramiento de campo natural en diversas regiones del país. Por otro lado, la producción de semilla de lotus se ha convertido en los últimos años en un rubro altamente rentable para el productor, y potencialmente importante para el país como exportador de semillas forrajeras. El uso exitoso de esta especie requiere la generación de información que atienda al manejo de los factores que aseguren una alta productividad sostenida en el tiempo.

Si bien el lotus se considera una leguminosa perenne de «larga vida», una de sus limitantes más frecuente es su baja persistencia. Es común observar una marcada declinación productiva en cultivos de lotus luego del segundo verano (Formoso, 1993). Esta situación es consecuencia de la interacción de factores abióticos (climáticos, edáficos, y de manejo) y bióticos (enfermedades, plagas y malezas), que resultan en

una carga acumulativa de estreses a lo largo de la vida del cultivo (Leath, 1989).

La persistencia de un cultivo de lotus depende de dos mecanismos básicos: la longevidad de cada planta individual y la aparición de nuevas plantas por resiembra. Respecto a la resiembra natural, ésta puede ser importante en algunos casos pero en general es bastante errática (García, 1992). En cuanto al primer mecanismo (longevidad), está determinado por las características morfológicas y fisiológicas de la planta. Una planta madura de lotus posee (Carámbula, 1979):

- a) un sistema radicular que consiste en una raíz principal bien desarrollada con numerosas ramificaciones o raíces laterales (figura 1);
- b) la corona que es la zona que conecta la raíz con la parte aérea de la planta y de cuyas yemas se originan los tallos;
- c) la parte aérea que consiste en numerosos tallos ramificados que dan origen a hojas e inflorescencias.

La morfología y fisiología de la raíz y corona determinan en gran parte la adaptación de las plantas de lotus a diferentes condiciones de suelo y manejo, y deben tenerse en cuenta para maximizar su productividad y la tolerancia a condiciones de estrés como sequía, frío, pastoreos, enfermedades y plagas. La **raíz** no sólo cumple la función de absorción de agua y nutrientes, sino que también constituye el lugar de almacenaje de sustancias de reserva, esenciales para el rebrote después de pastoreos o cortes. Juega además un papel importante en el proceso de fijación biológica de nitrógeno en asociación simbiótica con los rizobios. La **corona** cumple un rol importante en la movilización de los carbohidratos de

Figura 1. Sistema radicular de una planta madura de *Lotus corniculatus*.



reserva hacia los lugares de crecimiento activo. En ella se localizan las yemas que dan origen a los tallos, por lo que su integridad resulta esencial para la sobrevivencia de la planta. En comparación con las raíces, la corona está más expuesta a condiciones de estrés (ej. heladas, pisoteo animal, etc.), lo que la hace particularmente vulnerable a las mismas.

En el Uruguay, los primeros estudios en patología de lotus comenzaron en 1984, en INIA La Estanzuela (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), y la estrategia seguida fue en primer lugar evaluar el impacto agronómico de las enfermedades, y paralelamente determinar cuales eran las más prevalentes e identificar sus agentes causales (Altier, 1994).

2. CARACTERIZACION DE LAS ENFERMEDADES DE LOTUS

Las enfermedades constituyen una limitante potencial para la producción y persistencia del lotus. Generalmente, son varios los patógenos que están presentes simultáneamente, lo que se conoce como «complejo de enfermedades». Estos patógenos interactúan con los factores ambientales para causar debilitamiento y muerte de las plantas, y por consiguiente una declinación prematura del stand. La problemática se torna más relevante aún con el aumento considerable en el área sembrada año tras año. La investigación en otros países ha demostrado que este «complejo de enfermedades» puede reducir significativamente la producción y persistencia del lotus (Berkenkamp *et al.*, 1972; Beuselinck, 1988; Leath, 1989).

2.1. Impacto agronómico de las enfermedades

Para cuantificar el efecto de las enfermedades en la producción de lotus, se realizó un ensayo consistente en la utilización periódica y sistemática de fungicidas e insecticidas con el objetivo de minimizar las pérdidas ocasionadas por enfermedades y plagas, y estimar el rendimiento potencial del cultivo protegido en comparación con el rendimiento del cultivo sin protección. El ensayo se sembró en otoño de 1984 en INIA La Estanzuela y el cultivar utilizado fue Estanzuela Ganador (siembra al voleo, densidad de 8 kg/ha).

Los tratamientos consistieron en: 1. testigo sin protección; 2. protección contra enfermedades por medio de la aplicación mensual de fungicidas (Benomyl, 0.5 kg i.a./ha + Mancozeb, 0.9 kg i.a./ha), durante tres años; 3. protección contra plagas por medio de la

aplicación bimensual de insecticida-nematicida (carbofuran, 2 kg i.a./ha), durante tres años; 4. protección contra enfermedades y plagas combinando los tratamientos 2 y 3. Se evaluó la producción de materia seca durante tres años mediante cortes con pastera a 4 cm de altura, cada vez que el forraje alcanzaba una altura de 20 ± 5 cm. El manejo aplicado redujo al mínimo la semillazón y resiembra natural. Los resultados de rendimiento de forraje se presentan en el cuadro 1.

Durante los dos primeros años, los rendimientos de forraje anuales no variaron significativamente entre tratamientos; no obstante, en los cortes realizados durante la primavera, las parcelas protegidas contra enfermedades resultaron en mayores rendimientos de forraje con respecto a las parcelas testigo sin protección (6-10%). En el tercer año, la aplicación de fungicidas solos o en combinación con insecticida-nematicida incrementó significativamente en 25% y 33%, respectivamente, la producción anual de materia seca en comparación con los testigos sin protección lo que sugirió un rol potencial de las enfermedades para limitar la producción de lotus (Altier, 1988). Sin embargo, a pesar de las diferencias entre tratamientos, todas las parcelas mostraron una reducción consistente en el stand de plantas y el rendimiento de lotus, y un incremento en el enmalezamiento, en el tercer año (figura 2). Los rendimientos de forraje promedio

fueron de 7.12, 8.14 y 5.63 ton MS/ha para el primer, segundo y tercer año, respectivamente.

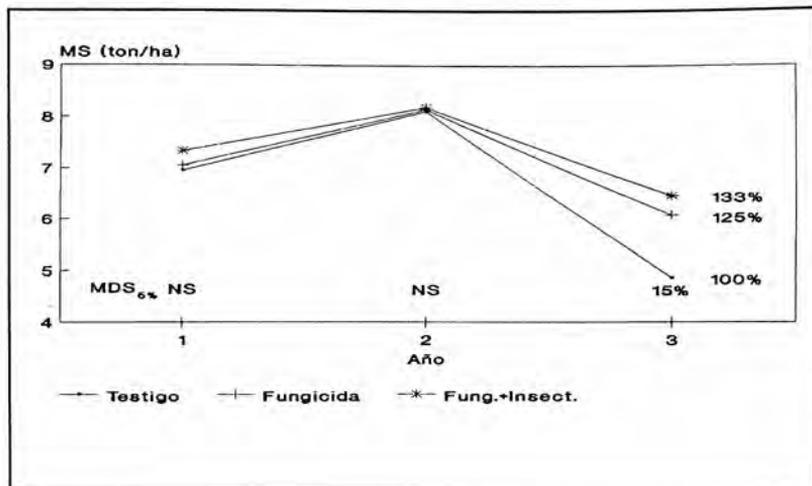
En Uruguay, la producción de forraje de lotus presenta un máximo en el segundo año de vida del cultivo, a partir del cual disminuye progresivamente (Formoso, 1993). Situaciones similares han sido reportadas en otros países (Miller *et al.*, 1964; Hoveland *et al.*, 1982; Sheaffer *et al.*, 1984), lo cual se atribuye a la pérdida de plantas como consecuencia de lesiones en los tejidos de corona y raíz provocadas por diversos organismos (Henson, 1962; Miller *et al.*, 1964; Seaney & Henson, 1970; Thompson & Willis, 1970).

En el experimento anteriormente descrito la aplicación de fungicidas fue mayormente efectiva en el control de las enfermedades de tallo y hoja, pero no ejerció un control significativo de las enfermedades de corona y raíz (Altier, 1988), cuya incidencia ha sido principalmente asociada con la persistencia del stand (Miller *et al.*, 1964). Resultados similares fueron reportados por Willis & Thompson (1975), quienes encontraron que la aplicación de benomyl y carbofuran aumentó los rendimientos de forraje de lotus frente a un testigo sin protección, pero no mejoró la persistencia, medida como porcentaje de plantas vivas a 27 meses de la siembra. La interpretación de los resultados obtenidos indicaría que si bien las enfermedades de tallo y hoja limitan la producción de forraje, las enfermedades de corona y raíz

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de fungicidas y/o insecticida-nematicida sobre la producción anual y total de forraje de lotus (ton MS/ha) (La Estanzuela, 1984-1986).

	Año			
	1	2	3	Total
Testigo	100	100	100	100
Fungicidas	99	101	125	106
Insect-Nemat.	101	98	105	101
Fung. + Insect-Nemat.	104	102	133	110
MDS 5%	NS	NS	15	NS
Base 100 (ton MS/ha)	7.05	8.12	4.86	20.03

Figura 2. Efecto del control de enfermedades y plagas en la evolución del rendimiento de forraje de lotus (La Estanzuela, 1984-1986).



tienen un impacto mayor en la productividad del lotus ya que reducen marcadamente la persistencia de esta especie.

2.2. Diagnóstico de enfermedades y agentes causales

Para determinar cuales fueron las enfermedades más prevalentes e identificar sus agentes causales, en otoño de 1987 se realizó un ensayo de plantas espaciadas, en INIA La Estanzuela. Se instalaron 540 plantas a 1m x 1m, de los cultivares Estanzuela Ganador, San Gabriel, y de una población local de lotus. Periódicamente se registraron las plantas muertas y las enfermas, se sacaron muestras de las mismas y en el laboratorio se realizaron aislamientos de los patógenos presentes. En la figura 3 se pre-

senta la evolución del stand de plantas en función del tiempo, y en el cuadro 2 se presentan las principales causas de mortalidad.

Se registró un promedio de 27% de plantas muertas al cabo de 12 meses, un 93% después de 24 meses; y sólo 0.1% de las plantas estaban vivas al final del tercer año. Las mayores pérdidas de plantas se produjeron durante los meses del verano, principalmente durante el segundo verano (figura 3). El análisis del área integrada debajo de la curva de sobrevivencia detectó diferencias significativas entre los materiales (P=0.05). El cv. E. Ganador y la población local tuvieron un comportamiento similar y un porcentaje de sobrevivencia mayor a San Gabriel durante los tres años del experimento (figura 3).

Cuadro 2. Causas de mortalidad de plantas de lotus en INIA La Estanzuela (1987-1990).

Enfermedad	Incidencia (%) ¹
March./Podr. corona y raíz	82
Enanismo	15
No identificada	3

¹ Incidencia: porcentaje del total de plantas muertas.

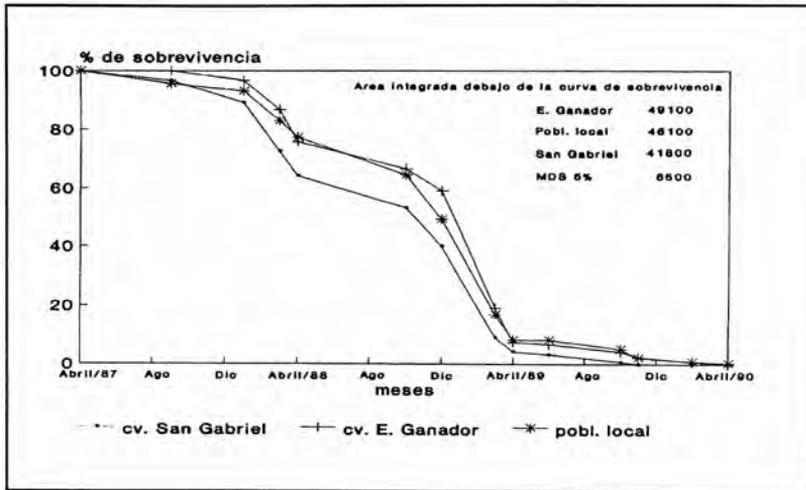


Figura 3. Evolución del stand de lotus en un experimento de plantas espaciadas (La Estanzuela, 1987-1990).

La pérdida de plantas fue mayormente debida a enfermedades de corona y raíz conocidas como podredumbres y/o marchitamientos, representando un 82% del total (cuadro 2). Resultados similares fueron encontrados por Henson (1962) en E.U.A., quien reportó pérdidas de 68 a 88% en stands de plantas de lotus al finalizar el segundo año del cultivo, y señaló que más del 80% de las plantas sobrevivientes presentaban síntomas severos de podredumbre de corona y raíz. Varios autores coinciden en señalar que las enfermedades de corona y raíz son la principal causa de pérdidas de plantas en lotus (Berkenkamp *et al.*, 1972; Beuselinck, 1988; Drake, 1961; Gotlieb & Doriski, 1983; Kainski, 1960; Leath *et al.*, 1971; Ostazeski, 1967; Seaney & Henson, 1970). Leath (1989), refiriéndose a trébol rojo y alfalfa, atribuye la declinación prematura del stand a la falla de las plantas individuales para mantener sistemas radiculares sanos y vigorosos. Cuando las plantas que ya tienen sus sistemas radiculares afectados se ven sometidas a otros factores de estrés, colapsan. Esto puede explicar la mayor mortandad de plantas que ocurre durante los meses de verano (figura 3), como consecuencia del severo déficit hídrico a que se ven sometidas.

La segunda causa de mortalidad (15% del stand de plantas) estuvo asociada a sín-

tomas de enanismo similares a los llamados «escoba de bruja» en alfalfa, enfermedad que se caracteriza por una excesiva cantidad de rebrotes de corona, tallos muy finos y acartuchamiento de los folíolos (figura 4). Las plantas enfermas raramente produjeron flores, y murieron prematuramente. Se observó que la incidencia de plantas con enanismo aumentó gradualmente con la edad del plantel. Los síntomas podrían asemejarse a aquellos descritos por Klostermeyer & Menzies (1951) en lotus, inducidos por organismos procariotas unicelulares que carecen de pared celular verdadera, llamados micoplasmas.

2.2.1. Enfermedades de corona y raíz

En relación al marchitamiento/podredumbre, el síntoma característico de infección de corona o raíz fue la falla de las plantas para rebrotar luego de ser cortadas. Esto ha sido reiteradamente reportado por diversos autores (Berkenkamp *et al.*, 1972; Henson, 1962; Kainski, 1960; Seaney & Henson, 1970). Así mismo, las plantas afectadas presentaron baja tolerancia al estrés hídrico durante el verano. La sintomatología en la parte aérea se manifestó a través de un proceso gradual de marchitamiento correspondiente a distintos niveles de severidad. En la figura 5 se observan síntomas incipientes de marchitamiento con pocos tallos afect-

Figura 4. Síntomas de enanismo en una planta de lotus.



Figura 5. Síntomas de marchitamiento en una planta de lotus con infección incipiente.



Figura 6. Síntomas de marchitamiento en una planta de lotus con infección severa.



tados y coloraciones verde pálidas. En la figura 6 se observan síntomas muy severos que afectan a la planta entera, con coloraciones pajizas debido a la necrosis total de los tejidos aéreos. Los síntomas en corona y raíz también mostraron un rango completo de severidad. Los tejidos presentaron podredumbre y necrosis, con coloraciones marrones a lo largo de los haces vasculares. En la figura 7 se observan síntomas severos de podredumbre, donde la corona está totalmente afectada mostrando tejidos dañados y agrietados. Muchas plantas enfermas también mostraron en sus raíces daño de larvas de gorgojo, identificado como *Naupactus leucoloma* [sinónimo *Pantomorus (Graphognatus) leucoloma*] (Alzugaray, 1991), el cual probablemente favoreció la infección por patógenos del suelo. Aragón & Imwinkelried (1995) reportan

que esta especie de gorgojo causa severos daños a las raíces de alfalfa en Argentina, y señalan que las heridas provocadas son vías de entrada para hongos patógenos como *Fusarium* spp. y *Phoma* spp.

Las infecciones de corona y raíz ocurren temprano en la vida de la planta, y progresan gradualmente con la edad del cultivo, por lo que se consideran enfermedades crónicas (Leath, 1989). Estas ejercen un nivel bajo pero continuo de desgaste en la performance de las plantas y por tanto contribuyen a la reducción gradual en la productividad del stand.

Los hongos asociados al marchitamiento y podredumbre de corona y raíz se presentan en el cuadro 3. El principal género asociado a estas enfermedades fue *Fusarium* spp. (aislado de 72% de las plantas evaluadas), siendo *F. oxysporum* la especie más



Figura 7. Síntomas de podredumbre de corona y raíz en plantas de lotus.

prevalente seguida de *F. solani*. Otras especies dentro del género representaron 13% de los aislamientos de *Fusarium*. *Rhizoctonia solani* también fue aislada de plantas enfermas (25%), tanto sola como simultáneamente con especies de *Fusarium*. *Phoma* spp. fue registrado en 3% de las plantas evaluadas. Resultados similares fueron obtenidos por Chao *et al.* (1992), quienes encontraron una alta prevalencia de *Fusarium* spp. asociado a enfermedades de corona y raíz (>80%) durante un relevamiento de enfermedades que afectaban al lotus en el litoral oeste de Uruguay y la Provincia de Entre Ríos, Argentina. Los mismos autores (Chao *et al.* 1992) registraron además la presencia de *Colletotrichum* spp. en 12% de las plantas enfermas.

Varios autores coinciden en registrar más de un organismo asociado a las enfermedades de corona y raíz de lotus (Berkenkamp *et al.*, 1972; Beuselinck, 1988; Drake, 1958; Kainski, 1960; Leath, 1989; Leath *et al.*, 1971; Ostazeski, 1967; Seaney & Henson, 1970). La mayoría de los aislamientos realizados de tejidos enfermos resultan en *Fusarium* spp. (Berkenkamp *et al.*, 1972; Gotlieb & Doriski, 1983; Henson, 1962; Kainski, 1960; Leath *et al.*, 1971; Ostazeski, 1967); pero también incluyen *Rhizoctonia* (Drake, 1961; Henson, 1962), *Mycoleptodiscus* (Ostazeski, 1967),

Macrophomina (Henson, 1962; Ostazeski, 1967), *Phoma* (Berkenkamp *et al.* 1972), y otros géneros misceláneos (Beuselinck, 1988).

Existe controversia en cuanto al rol que juegan los patógenos citados en el desarrollo de las enfermedades de corona y raíz (Beuselinck, 1988). Algunos autores los consideran invasores secundarios de los tejidos una vez que estos han sido dañados por otras causas, mientras que otros sostienen que son invasores primarios de los tejidos capaces por sí solos de inducir el desarrollo de la enfermedad. Stutz *et al.* (1985) estudiando las podredumbres de raíz causadas por *Fusarium roseum* en leguminosas forrajeras, concluyeron que estos patógenos pueden penetrar a los tejidos vegetales directamente, pero en su gran mayoría presentan baja capacidad para iniciar el proceso de infección; la ocurrencia de heridas en los tejidos como resultado del daño por insectos, maquinaria o pisoteo animal actúa como puerta de entrada para la infección subsecuente. Pederson *et al.* (1980), trabajando con trébol rojo en E.U.A., encontraron que la patogenicidad y agresividad varía considerablemente entre y dentro de las especies de *Fusarium*, e interacciona con otros factores como tolerancia o resistencia del hospedante, y factores ambientales predisponentes como presencia de plagas, manejo inadecuado del cultivo, etc.

Cuadro 3. Hongos asociados al marchitamiento/podredumbre de corona y raíz de lotus, y su incidencia relativa (La Estanzuela, 1987-1990).

Hongo	Incidencia (%) ¹
<i>Fusarium oxysporum</i>	54
<i>Fusarium solani</i>	9
<i>Fusarium</i> spp.	9
<i>Rhizoctonia solani</i>	25
<i>Phoma</i> spp.	3
Otros (no identificados)	20

¹ Incidencia: porcentaje del total de plantas evaluadas. El 20% de las plantas evaluadas

Así mismo, Zeiders & Hill (1988) reportan la ocurrencia asociada de marchitamiento (infección de tejido vascular) y podredumbre de corona y raíz (infección de tejido cortical) inducidas por *Fusarium* spp., mientras que otros autores (Gotlieb & Doriski, 1983; Murphy *et al.*, 1985) hacen referencia a la ocurrencia específica de marchitamiento vascular inducido por *F. oxysporum*. Al respecto, Bergstrom & Kalb (1995) propusieron recientemente un nuevo taxon, *F. oxysporum* f.sp. *loti*, para designar al organismo causante del marchitamiento vascular en lotus, por considerarlo un patógeno específico de dicha especie. No obstante lo anterior, Bergstrom (1996, *com. pers.*) sostiene que prácticamente todo aislamiento de *F. oxysporum* proveniente de leguminosas puede inducir una necrosis progresiva de los tejidos de corona y raíz en lotus, en este caso como invasor secundario de los mismos.

Analizados los resultados obtenidos, así como los encontrados por otros autores, se puede afirmar que las enfermedades de corona y raíz son una causa importante para la declinación prematura del stand de plantas de lotus. Las raíces son el «ancla» de la planta en el suelo, fijan nitrógeno, absorben agua y nutrientes, y almacenan carbohidratos de reserva; su estado sanitario es, por lo tanto, crítico para la sobrevivencia y productividad de la planta (Altier, 1996b).

El manejo adecuado del cultivo es una de las estrategias claves para mantener un sistema radicular vigoroso y sano. Por esta razón, deben evitarse todas aquellas medidas de manejo que tiendan a debilitar las plantas o sus estructuras vitales (corona y raíces) y en consecuencia a predisponer el desarrollo de las enfermedades (Altier, 1996a). Se debe considerar que el pastoreo o corte es el estrés más severo a que está sometido un cultivo. Luego de cada período de utilización, los carbohidratos de las raíces disminuyen drásticamente, y la fisiología de la planta se altera considerablemente (Alison & Hoveland, 1989; Smith & Nelson, 1967). Leath *et al.* (1971) reportan que los pastoreos o cortes muy frecuentes e intensos favorecen el desarrollo de podredumbres radiculares, como consecuencia de un

deterioro progresivo de las raíces que no pueden reponer las reservas necesarias para crecimientos sucesivos. Resulta esencial, entonces, permitir la acumulación de sustancias de reserva en la corona y raíces mediante la ocurrencia de períodos de descanso adecuados entre cortes o pastoreos (Leath, 1989). Formoso (1996), trabajando con el cv. E. Ganador, encontró que cuando se manejan frecuencias adecuadas, la intensidad de utilización (altura del rastrojo remanente) no parece ser un factor crítico para obtener alta producción y longevidad en lotus. Finalmente, se debe evitar que máquinas y/o animales entren a los cultivos cuando falta piso por exceso de humedad; cualquier agente que dañe directamente las zonas vitales de las plantas (pezuña del animal, cosechadora) afectará la sobrevivencia de las mismas y en consecuencia la persistencia del cultivo.

2.2.2. Enfermedades de tallo y hoja

A diferencia de las enfermedades de corona y raíz, las de tallo y hoja no fueron causa directa de muerte de plantas. Sin embargo, se presume que las mismas contribuyeron al debilitamiento progresivo de las plantas a través de sus efectos en los procesos metabólicos básicos (fotosíntesis, translocación y respiración). En el cuadro 4 se resumen las enfermedades y agentes causales observados a lo largo de los tres años del experimento.

La incidencia y severidad de estas enfermedades fue variable dependiendo de las estaciones y condiciones climáticas. En general, el desarrollo de síntomas se vio favorecido por las condiciones de temperatura y humedad prevalentes durante la primavera y el otoño. Dado el clima de Uruguay, ni los inviernos son suficientemente fríos, ni los veranos son suficientemente secos como para cortar el ciclo de vida de los patógenos causantes de las enfermedades de tallo y hoja.

La mancha foliar causada por *Stemphylium* fue la enfermedad que se presentó con mayor frecuencia durante todo el año, provocando una caída prematura de los folíolos; así mismo el hongo indujo la

Cuadro 4. Enfermedades de tallo y hoja de lotus en un experimento de plantas espaciadas (La Estanzuela, 1987-1990).

Enfermedad	Organismo causal	Incidencia ¹	Severidad ²	Ocurrencia
Mancha foliar/cancro del tallo	<i>Stemphylium loti</i>	3	2	Todo el año
Antracnosis	<i>Colletotrichum</i> spp.	3	2	Todo el año
Tizón del tallo	<i>Phomopsis</i> spp.	2	2	Nov-Feb
Tallo negro de primavera	<i>Phoma</i> spp.	2	2	Oct-Dic
Tallo negro de verano	<i>Cercospora</i> spp.	2	2	Dic-Feb
Roya	<i>Uromyces</i> spp.	1	1	Feb-Abr

¹ Incidencia: proporción de plantas enfermas; escala: 1 = baja, 2 = media, 3 = alta.

² Severidad: proporción de tejido enfermo por planta; escala: 1 = baja, 2 = media, 3 = alta.

formación de canchros en los tallos (figura 8). Este patógeno, que también ataca alfalfa, trébol rojo y trébol blanco, fue reportado por primera vez en lotus por Graham (1953). *Colletotrichum* spp. también se aisló con alta frecuencia de tallos y hojas que presentaban lesiones necróticas; especies de este género causan antracnosis, enfermedad frecuentemente severa en diversas leguminosas forrajeras (Leath, 1989). El tizón del tallo, causado por *Phomopsis*, estuvo asociado a la ocurrencia de un cancro en la base del mismo. La sintomatología se observó hacia fines de primavera y comienzos de verano, con temperaturas más altas e intensidades de luz mayores. El género *Phomopsis* fue citado por primera vez en lotus en E.U.A. por Upadhyay (1964) y en Uruguay por Altier (1990). De acuerdo a Whitehead (1966), se trata del mismo patógeno que causa el tizón de tallos y vainas de la soja. *Phoma* y *Cercospora*, géneros causantes del tallo negro de primavera y tallo negro de verano respectivamente, se aislaron más frecuentemente de tallos y hojas con lesiones necróticas durante los meses de octubre a febrero. Finalmente, la ocurrencia de roya causada por *Uromyces* spp., fue más prevalente durante los meses de febrero a abril. Especies de los géneros *Leptosphaerulina* y *Curvularia* fueron aislados ocasionalmente de hojas, chauchas y semillas. Los géneros *Stemphylium*,

Colletotrichum, *Phomopsis* y *Phoma* fueron también reportados en Uruguay por Chao *et al.* (1992).

No obstante las observaciones realizadas en el experimento, por tratarse de un stand de plantas espaciadas los patrones de ocurrencia de enfermedades foliares pueden ser diferentes a los de un cultivo de lotus en producción. Jorajuría & Rando (1995) realizaron un monitoreo de enfermedades foliares en semilleros de lotus instalados en diversas regiones del litoral y sudoeste del Uruguay, durante el período comprendido entre el cierre y la cosecha, zafra 1994/1995. Estos autores reportaron un aumento gradual de los niveles de enfermedad con los sucesivos muestreos. La incidencia de manchas de hoja y manchas de tallo, expresada como porcentaje de plantas enfermas en relación al total de plantas evaluadas, varió entre y dentro de chacras (rango para manchas de hoja: 28-100%, rango para manchas de tallo: 2-86%). La severidad de manchas de hoja, expresada en base a una escala de 0-7, varió entre 0.31 y 4.42, y la severidad de manchas de tallo, expresada en base a una escala de 0-4, varió entre 0.02 y 1.37. Los géneros asociados a manchas de hoja, y su frecuencia relativa en el total de situaciones relevadas, fueron: *Stemphylium* (94%), *Colletotrichum* (60%), *Cercospora* (37%), *Phoma* (20%), *Uromyces* (14%), y *Leptosphaerulina* (6%). Los géneros aso-



Figura 8. Síntomas de mancha foliar y cancro del tallo de lotus, causados por *Stemphylium loti*.

ciados a manchas de tallo, y su frecuencia relativa, fueron: *Colletotrichum* (72%), *Cercospora* (44%), *Phomopsis* (34%), *Stemphylium* (31%), *Phoma* (13%), y *Uromyces* (3%).

Resumiendo la información disponible, se puede concluir que las enfermedades de tallo y hoja ocurren con variable incidencia y severidad en lotus, y contribuyen a una gradual reducción de la productividad del cultivo. Estas enfermedades disminuyen la capacidad fotosintética de las plantas, aumentan la respiración de los tejidos, afectan la traslocación de fotosintatos a través del tallo, y provocan una caída prematura de las hojas, resultando en mermas tanto en el rendimiento como en la calidad de forraje y de semilla (Altier, 1996b).

Los niveles de enfermedad en chacra pueden ser altos en el caso de cultivos para heno, o en semilleros luego del cierre de los mismos. La remoción del follaje enfermo por cosecha (heno o semilla) o por pastoreo resulta en una disminución temporaria de

inóculo que frena el desarrollo de epidemias severas y reduce la severidad total de la enfermedad en sucesivos períodos de crecimiento del cultivo. A la vez, los cortes o pastoreos deben hacerse en el momento adecuado para evitar la pérdidas de hojas y obtener forraje de alta calidad (Altier, 1996a).

2.2.3. Otras enfermedades

Otras enfermedades de menor importancia han sido detectadas ocasionalmente en lotus y otras especies del género *Lotus*, durante condiciones climáticas específicas (cuadro 5). Hongos del suelo pertenecientes al género *Pythium* pueden causar podredumbre de semilla y *damping-off* en plántulas de lotus cuando prevalecen condiciones de excesiva humedad durante el establecimiento (Altier, 1991). *Sclerotinia trifoliorum* puede causar una severa podredumbre en *L. corniculatus*, *L. subbiflorus* y *L. pedunculatus* durante inviernos frescos y húmedos (meses de julio y agosto); cuando las condiciones favorables prevalecen por un tiempo

Cuadro 5. Otras enfermedades registradas en *Lotus* spp. en Uruguay.

Enfermedad	Organismo causal	Condiciones predisponentes
Podr. semilla y <i>damping-off</i> ¹	<i>Pythium</i> spp.	Tiempo húmedo en el establecimiento
Podr. de corona y tallo ¹	<i>Sclerotinia trifoliorum</i>	Tiempo húmedo-fresco en julio-agosto
Tizón de verano ¹	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Tiempo muy caluroso
Tizón de la flor ²	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Tiempo húmedo en la floración

¹ Ocasiona pérdidas en el stand de plantas.

² Ocasiona pérdidas en la producción de semillas.

prolongado, la enfermedad puede resultar en importantes pérdidas del stand. Barr & Callen (1963) consideraron a *S. trifoliorum* como un patógeno destructivo de lotus. *Sclerotium rolfsii*, el agente causal de la enfermedad reportada como «southern blight» (tizón sureño) del lotus por Drake (1960), fue aislado de plantas enfermas de *L. corniculatus* durante veranos muy calientes y húmedos.

Durante 1991, 1992, y 1993, *Colletotrichum acutatum* (el agente causal de la antracnosis de la frutilla) fue identificado causando un tizón de la flor en lotus, cuando prevalecieron condiciones húmedas durante la floración (Stewart & Altier, 1993). Esta nueva enfermedad podría resultar en importantes pérdidas económicas al limitar la producción de semilla. Estudios de campo preliminares (parcelas inoculadas con este patógeno vs. no inoculadas) han indicado que las pérdidas de rendimiento medidas como número de chauchas/m² podrían ser de hasta 36%.

La ocurrencia de enfermedades de lotus causadas por **nematodos** no ha sido evaluada en Uruguay. García (1992), al analizar los factores que afectan la persistencia de leguminosas, destaca la necesidad de clarificar la real importancia de los mismos. Los relevamientos e investigaciones en otros países indican que los nematodos ameritan mayor atención ya que pueden reducir la producción y longevidad de un stand de lotus (Townshend & Potter, 1976; Willis,

1981; Willis & Thompson, 1972). Más aún, Willis & Thompson (1970, 1975) han reportado una asociación definitiva entre el nematodo lesionador de raíz (*Pratylenchus penetrans*) y *Fusarium* en la podredumbre de raíz de lotus. *P. penetrans* y diversas especies del género *Meloidogyne*, habitantes comunes en muchos suelos de nuestro país, han sido citadas asociadas a lotus y otras leguminosas forrajeras (Leath, 1989). En este contexto, se considera relevante y prioritario identificar los nematodos potencialmente parásitos y obtener información acerca de su incidencia en el cultivo.

3. CONSIDERACIONES FINALES

Algunas características peculiares de las plantas forrajeras hacen que su problemática sanitaria difiera de la de los cultivos agrícolas anuales. Un cultivo forrajero constituye un ecosistema complejo y dinámico, donde coexisten en permanente interacción la planta, el suelo, los microorganismos benéficos y los patógenos, el animal y el ambiente. En su mayoría se trata de especies perennes que se utilizan solas o en mezclas bajo distintos sistemas de producción y, en general, son cuantificables indirectamente por la producción de leche, carne o lana. Las enfermedades pueden afectar tanto el **establecimiento** del stand inicial de plantas como la **producción** y la **persistencia** del cultivo forrajero. La utilización bajo pastoreo o cor-

tes muchas veces no permite visualizar la magnitud de los problemas sanitarios, debido a la continua remoción de follaje enfermo por el animal o la maquinaria. Por otro lado, las enfermedades que afectan los sistemas radiculares pasan desapercibidas, y sólo se manifiesta la consecuencia final: la declinación del stand por una mortandad progresiva de plantas. A pesar de esto, tanto la pérdida de rendimiento y calidad de forraje como la muerte de plantas son procesos acumulativos, graduales y recurrentes, que se traducen en costos más altos por unidad de producción animal.

Luego de 10 años de investigación nacional en INIA, se puede afirmar que el lotus no escapa a estas generalidades. Por tratarse de una especie perenne, sus plantas conviven con una gran mayoría de enfermedades perennes. Dichas enfermedades constituyen una limitante productiva, a través de su impacto en el rendimiento y en la calidad del forraje y de la semilla, y en la persistencia de la especie. Las enfermedades de corona y raíz son una de las causas principales de la declinación prematura del stand; diversos hongos están asociados a dichas enfermedades, siendo *Fusarium oxysporum* la especie más prevalente. Las enfermedades de tallo y hoja también contribuyen a una gradual reducción de la productividad del lotus; son causadas por un complejo de especies de los géneros *Stemphylium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Phoma*, *Cercospora*, *Uromyces*. Por último, existen otras enfermedades inducidas por diversos organismos (ej. otros hongos, nematodos) que pueden ocasionalmente causar pérdidas importantes en el stand y en los rendimientos de lotus, y no deben ser subestimadas.

Las características generales señaladas para los cultivos forrajeros perennes y los resultados obtenidos en lotus constituyen un marco para interpretar el impacto económico de las enfermedades en la producción de este cultivo, y para entender las estrategias que deben ser utilizadas en el manejo de las mismas. El concepto de «manejo de enfermedades» resulta más apropiado que el de «control» ya que el objetivo apunta a prevenir su ocurrencia o a minimizar las pérdidas ocasionadas por las mismas. Para

lograr este objetivo, el manejo del cultivo debe integrar diversas estrategias que aseguren una performance superior y sostenida en el tiempo.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

La meta a largo plazo de la investigación de INIA en enfermedades de lotus, y de leguminosas forrajeras en general, es desarrollar un sistema de manejo integrado que minimice el impacto de las mismas en los diferentes sistemas de producción. Esto se logra a través de un trabajo continuo en las áreas de **diagnóstico, epidemiología** y estrategias de **control** de las enfermedades. El diagnóstico preciso de cada situación sanitaria y el conocimiento de las variables epidemiológicas que intervienen en la misma resultan esenciales para poder establecer las bases para un manejo racional de las enfermedades.

A nivel mundial, la resistencia genética es la estrategia más ampliamente utilizada para el control de enfermedades, ya que es el mecanismo más económico, eficiente y de menor riesgo ambiental. Existen numerosos ejemplos de control exitoso de enfermedades a través de cultivares resistentes en alfalfa, tréboles, y otras leguminosas forrajeras (Basigalup, 1996; Cope & Taylor, 1985; Elgin *et al.*, 1988). Por esta razón, dentro de las estrategias de control, el desarrollo de cultivares resistentes es, y deberá ser, una prioridad permanente para el programa de mejoramiento de lotus de INIA (Rebuffo & Altier, 1996). Para tener éxito en la obtención de cultivares resistentes, es necesario un buen conocimiento de los componentes del sistema huésped-patógeno-ambiente. Igualmente, es indispensable la existencia de una metodología adecuada para la inoculación y evaluación de plantas, que sea eficiente, precisa y confiable.

En este contexto, los objetivos específicos de la investigación de INIA en patología de lotus, y de leguminosas forrajeras en general, son:

1. Identificar las enfermedades y agentes causales asociados a dichas especies, y cuantificar su incidencia y severidad.

2. Obtener información sobre las variables epidemiológicas en cada sistema y situación sanitaria, que ayuden a la toma de decisiones de manejo (ej. formas de sobrevivencia de los patógenos; condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad).
3. Desarrollar metodologías para la caracterización sanitaria de germoplasma, que permitan incrementar la eficiencia de obtención de variedades mejoradas específicamente por resistencia a enfermedades.
4. Explorar la factibilidad del control biológico y químico.

5. AGRADECIMIENTOS

A los Ings. Agrs. Martha Díaz de Ackermann, Rosario Alzugaray, Jaime García, Mónica Rebuffo y Alejandro Peralta, por la corrección del texto y sus valiosas sugerencias.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALISON, M.W.; HOVELAND, C.S.** 1989. Birdsfoot trefoil management. I. Root growth and carbohydrate storage. *Agron. J.* 81:739-745.
- ALTIER, N.** 1988. Enfermedades de plantas forrajeras. p.4-10. **In:** Jornada de Forrajeras. Resumen de los trabajos presentados. 9 de Set. 1988, Colonia del Sacramento, Uruguay. CIAAB, Est. Exp. La Estanzuela. (Mimeo.).
- ALTIER, N.** 1990. *Phomopsis* en lotus (*Lotus corniculatus* L.), primera cita para Uruguay. *Rev. INIA Inv. Agr.* 2:(no editada).
- ALTIER, N.** 1991. Enfermedades en especies forrajeras. INIA La Estanzuela. Hoja de Divulgación No.2. 2pp.
- ALTIER, N.** 1994. Current status of research on *Lotus* diseases in Uruguay. p.203-205. **In:** P.R. Beuselinck; C.A. Roberts (ed.). *Proc. First Intern. Lotus Symposium*, 22-24 March, 1994, St. Louis, MO. Univ. Missouri, Columbia Pub.
- ALTIER, N.** 1996a. Enfermedades de leguminosas forrajeras: diagnóstico, epidemiología y control. p.87-104. **In:** M. Díaz (ed.). *Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas*. INIA La Estanzuela. Serie Técnica No.74.
- ALTIER, N.** 1996b. Impacto de las enfermedades en la producción de pasturas. p.47-56. **In:** D.F. Risso *et al.* (ed.). *Seminario de actualización técnica sobre producción y manejo de pasturas*. INIA Tacuarembó. Serie Técnica No.80.
- ALZUGARAY, R.** 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. INIA La Estanzuela. Boletín de Divulgación No.10.
- ARAGÓN, J.R.; IMWINKELRIED, J.M.** 1995. Plagas de la alfalfa. p.81-104. **In:** E.H.Hijano; A. Navarro (ed.). *La alfalfa en la Argentina*. Subprograma Alfalfa. INTA C.R. Cuyo. Agro de Cuyo. Manuales 11.
- BARR, D.J.S.; CALLEN, E.O.** 1963. *Sclerotinia trifoliorum* Eriks., a destructive pathogen of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Phytoprotection* 44:18-24.
- BASIGALUG, D.H.** 1996. Manejo y control de las principales enfermedades de la alfalfa en Argentina. p.139-144. **In:** M. Díaz (ed.). *Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas*. INIA La Estanzuela. Serie Técnica No. 74.
- BERGSTROM, G.C.; KALB, D.W.** 1995. *Fusarium oxysporum* f.sp. *loti*: a specific wilt pathogen of birdsfoot trefoil in New York. *Phytopathology* 85:1555. (Abstr.).
- BERKENKAMP, B.; FOLKINS, L.; MEERES, J.** 1972. Crown and root rot of birdsfoot trefoil in Alberta. *Can. Plant Dis. Surv.* 52:1-3.
- BEUSELINCK, P.R.** 1988. Fungi associated with birdsfoot trefoil. *Lotus Newsletter* 19:11-14.
- CARÁMBULA, M.** 1979. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. 464pp.
- CHAO, L.; DE BATTISTA, J.P.; SANTIÑAQUE, F.** 1992. A survey of diseases affecting *Lotus corniculatus* in west Uruguay and Entre Ríos Province (Argentina). *Lotus Newsletter* 22:61-62.

- COPE, W.A.; TAYLOR, N.L.** 1985. Breeding and genetics. p.383-404. In: N.L. Taylor (ed.). Clover science and technology. Agron. Monogr. 25. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- DRAKE, C.R.** 1958. Diseases of birdsfoot trefoil in six southeastern states in 1956 and 1957. Plant Dis. Rep. 42:145-146.
- DRAKE, C.R.** 1960. Southern blight of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Plant Dis. Rep. 44:115-116.
- DRAKE, C.R.** 1961. Rhizoctonia crown rot of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Plant Dis. Rep. 45:572-573.
- ELGIN, J.H.; WELTY, R.E.; GILCHRIST, D.B.** 1988. Breeding for disease and nematode resistance. p.827-858. In: A.A. Hanson *et al.* (ed.). Alfalfa and alfalfa improvement. Agron. Monogr. 29. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- FORMOSO, F.** 1993. *Lotus corniculatus*. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. INIA La Estanzuela. Serie Técnica No. 37. 20pp.
- FORMOSO, F.** 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. p.1-19. In: D.F. Risso *et al.* (ed.). Seminario de actualización técnica sobre producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica No. 80.
- GARCÍA, J.A.** 1992. Persistencia de leguminosas. Rev. INIA Inv. Agron. No. 1, Tomo II:143-156.
- GOTLIEB, A.R.; DORISKI, H.** 1983. Fusarium wilt of birdsfoot trefoil in Vermont and New York. Phytopathology 73:366. (Abstr.).
- GRAHAM, J.H.** 1953. A disease of birdsfoot trefoil caused by a new species of Stemphylium. Phytopathology 43:577-579.
- HENSON, P.R.** 1962. Breeding for resistance to crown and root rots in birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. Crop Sci. 2:429-432.
- HOVELAND, C.S.; HAALAND, R.L.; HARRIS, R.R.; McGUIRE, J.A.** 1982. Birdsfoot trefoil in Alabama. Alabama Agricultural Experiment Station, Bull. 537. 15pp.
- JORAJURIA, R.; RANDO, G.** 1995. Monitoreo de enfermedades de hoja y tallo en semilleros de lotus y trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Fac. de Agronomía. 86pp.
- KAINSKI, J.M.** 1960. Study of fungi involved in root rots and seedling diseases of birdsfoot trefoil. Cornell University, Agric. Exp. Sta. Memoir 369. 31pp.
- KLOSTERMEYER, E.C.; MENZIES, J.D.** 1951. Insect transmission of alfalfa witch's-broom virus to other legumes. Phytopathology 41:456-458.
- LEATH, K.T.** 1989. Diseases and forage stand persistence in the United States. p.465-478. In: G.C. Marten *et al.* (ed.). Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. ASA, Madison, WI.
- LEATH, K.T.; LUKEZIC, F.L.; CRITTENDEN, H.W.; ELLIOT, E.S.; HALISKY, P.M.; HOWARD, F.L.; OSTAZESKI, S.A.** 1971. The Fusarium root rot complex of selected forage legumes in the Northeast. Pa. State Univ. Bull. 777. 64pp.
- MILLER, J.D.; KREITLOW, K.W.; DRAKE, C.R.; HENSON, P.R.** 1964. Stand longevity studies with birdsfoot trefoil. Agron. J. 56:137-139.
- MURPHY, W.M.; GOTLIEB, A.R.; DUGDALE, D.T.** 1985. The effects of Fusarium wilt and weed control on survival of birdsfoot trefoil. Can. J. Plant Sci. 65:329-334.
- OSTAZESKI, S.A.** 1967. An undescribed fungus associated with a root and crown rot of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Mycologia 59:970-975.
- PEDERSON, G.A.; HILL, R.R.; LEATH, K.T.** 1980. Host-pathogen variability for *Fusarium*-caused root rot in red clover. Crop Sci. 20:787-789.
- REBUFFO, M.; ALTIER, N.** 1996. Mejoramiento genético de *Lotus corniculatus* L. por persistencia. p.145-149. In: D.F. Risso *et al.* (ed.). Seminario de actualización técnica sobre producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie Técnica No. 80.
- SEANEY, R.R.; HENSON, P.R.** 1970. Birdsfoot trefoil. Adv. Agron. 22:119-157.
- SHEAFFER, C.C.; MARTEN, G.C.; RABAS, D.L.** 1984. Influence of grass species on

- composition, yield, and quality of birdsfoot trefoil mixtures. *Agron. J.* 76:627-632.
- SMITH, D.; NELSON, C.J.** 1967. Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. I. Responses to height and frequency of cutting. *Crop Sci.* 7:130-133.
- STEWART, S.; ALTIER, N.** 1993. A flower blight on birdsfoot trefoil. *Lotus Newsletter* 23:27.
- STUTZ, J.C.; LEATH, K.T.; KENDALL, W.A.** 1985. Wound-related modifications of penetration, development, and root rot by *Fusarium roseum* in forage legumes. *Phytopathology* 75:920-924.
- THOMPSON, L.S.; WILLIS, C.B.** 1970. Reproduction of *Pratylenchus penetrans* and growth of birdsfoot trefoil as influenced by soil moisture and cutting management. *Can. J. Plant Sci.* 50:499-504.
- TOWNSHEND, J.L.; POTTER, J.W.** 1976. Evaluation of forage legumes, grasses, and cereals as hosts of forage nematodes. *Nematologica* 22:196-201.
- UPADHYAY, J.** 1964. *Phomopsis* blight of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) caused by *Phomopsis loti* sp. nov. *Rev. Appl. Mycol.* 43:91. (Abstr.).
- WHITEHEAD, M.D.** 1966. Stem canker and blight of birdsfoot trefoil and soybeans incited by *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*. *Phytopathology* 56:396-400.
- WILLIS, C.B.** 1981. Reaction of five forage legumes to *Meloidogyne hapla*. *Plant Dis.* 65:149-150.
- WILLIS, C.B.; THOMPSON, L.S.** 1970. Influence of *Fusarium oxysporum* or *Pratylenchus penetrans* alone and in combination on growth and survival of birdsfoot trefoil. *Proc. Can. Phytopathol. Soc.* 37:29.
- WILLIS, C.B.; THOMPSON, L.S.** 1972. Birdsfoot trefoil cultivars as hosts for root-lesion nematodes and effects of nematodes on yields. *Can. J. Plant Sci.* 52:95-101.
- WILLIS, C.B.; THOMPSON, L.S.** 1975. Influence of carbofuran and benomyl on yield and persistence of birdsfoot trefoil. *Can. J. Plant Sci.* 55:95-101.
- ZEIDERS, K.E.; HILL, R.R., JR.** 1988. Measurement of resistance to *Fusarium wilt/root* and crown rot in birdsfoot trefoil populations. *Crop Sci.* 28:468-473.