# ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS DIAGNOSTICO, EPIDEMIOLOGIA Y CONTROL

Nora Altier*

## 1. INTRODUCCION

Las leguminosas forrajeras juegan un rol importante en la producción agropecuaria de nuestro país, constituyendo una fuente de alimento de alta calidad para el ganado. Su capacidad de fijar nitrógeno en asociación simbiótica con *Rhizobium* les confiere la ventaja adicional de suministrar este nutriente al suelo para ser utilizado por otras especies del tapiz o por los cultivos siguientes en la rotación.

En las diversas regiones ecológicas del país, las leguminosas son utilizadas en diferentes sistemas de producción como mejoramientos extensivos, praderas convencionales con gramíneas, o cultivos puros. En los sistemas más intensivos, estas especies son base de sustentabilidad en las rotaciones agrícola-ganaderas. La buena rentabilidad de la producción de semilla es otra de las ventajas que ofrecen estos cultivos.

La mayor limitante que presenta el uso de leguminosas es su baja persistencia. Persistencia ha sido definida por Marten *et al.* (42) como el mantenimiento de un stand de plantas suficiente para cumplir con los requerimientos y expectativas del sistema de producción. La corta vida de las leguminosas en el tapiz se traduce en pérdidas económicas muy importantes debido a la menor producción de carne, leche, lana y semilla fina.

La baja persistencia de las leguminosas forrajeras es consecuencia de estreses impuestos por la interacción de factores climáticos, edáficos, de manejo, enfermedades y plagas. Las enfermedades pueden causar pérdidas significativas en el rendimiento y calidad del forraje, en la producción de semilla, y en la persistencia. Generalmente es la presencia simultánea de diversos patógenos, interaccionando con factores ambientales, la que ocasiona el debilitamiento y muerte de plantas, con la consiguiente declinación prematura del stand. Esto se conoce como «complejo de enfermedades».

La investigación en otros países le adjudica al tema una importancia relevante (28, 36, 58). En Uruguay, la investigación en el área de enfermedades de especies forrajeras se inició en 1984, en la Estación Experimental La Estanzuela. En estos 10 años los trabajos se han dirigido a: (a) evaluar el impacto agronómico del «complejo de enfermedades» en la producción de forraje, (b) identificar las enfermedades más prevalentes y determinar sus organismos causales, y (c) establecer cuales son las condiciones que favorecen su desarrollo. Estos objetivos tienden a lograr una mejor comprensión de las variables



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

epidemiológicas que ayudan a la formulación de estrategias de manejo así como a la selección de plantas resistentes.

## 2. CARACTERIZACION DE LAS ENFERMEDADES EN PASTURAS

Una pastura 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 (24).

Algunas características peculiares de las forrajeras hacen que su problemática sanitaria difiera marcadamente de la de los cultivos agrícolas anuales. En su mayoría son 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.

La utilización bajo pastoreo o cortes muchas veces no permite visualizar la magnitud de los problemas sanitarios, debido a la contínua remoción de follaje enfermo por el animal o por la maquinaria. Por otro lado, las enfermedades que afectan los sistemas radiculares pasan desapercibidas, y sólo se manifiesta la consecuencia final, es decir 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 (34).

Cuando la pastura es destinada para la producción de semilla resulta más fácil visualizar los efectos que las enfermedades pueden tener en la producción. En esta situación el desarrollo de las enfermedades sigue patrones similares a los de un cultivo agrícola anual para producción de grano.

Las características señaladas sirven de marco para interpretar el impacto que las enfermedades tienen en los cultivos forrajeros, y para entender las estrategias utilizadas en el manejo de las mismas. El concepto de «manejo» resulta más apropiado que el de «control», ya que el objetivo apunta a prevenir o minimizar las pérdidas ocasionadas por las enfermedades.

## 3. PRINCIPALES ENFERMEDADES

Existen diversos microorganismos patógenos que causan enfermedades infecciosas en las leguminosas forrajeras, incluyendo hongos, virus, micoplasmas, bacterias y nematodos. La mayoría tiene capacidad de causar enfermedad indistintamente en las diversas leguminosas. Si bien las enfermedades y los síntomas que causan los distintos agentes patógenos pueden ser descriptos individualmente, las plantas generalmente presentan múltiples infecciones. Esto hace que la sintomatología descripta en los libros sea la excepción más que la regla (54).

### 3.1. Enfermedades causadas por hongos

Las enfermedades causadas por hongos constituyen el grupo de mayor importancia y, a efectos de caracterizarlas, es conveniente distinguir entre aquellas que afectan la implantación del cultivo y aquellas que afectan al cultivo ya establecido. Las primeras inciden en el establecimiento del stand inicial de plantas y en la resiembra natural. Las segundas inciden en la producción de forraje y semilla, y en la duración de la vida útil del cultivo.

Las enfermedades de implantación son causadas por hongos del suelo o de la semilla; afectan las semillas y las raíces de las plántulas durante su germinación, antes o después de la emergencia. Las enfermedades que afectan al cultivo ya establecido se pueden agrupar, en base a la parte de la planta afectada, en aquellas que atacan órganos aéreos (hoja, tallo, flor) y aquellas que atacan órganos subterráneos o ubicados a nivel del suelo (corona, raíz, estolón).

Esta clasificación resulta adecuada con fines didácticos pues existe similitud en las variables epidemiológicas que caracterizan a cada uno de estos grupos. Las enfermedades que afectan órganos aéreos son en su mayo-

ría **policíclicas**, es decir que los patógenos que las causan cumplen más de un ciclo de infección y producción de inóculo durante la estación de crecimiento del cultivo. Las enfermedades que afectan órganos subterráneos son en su mayoría **monocíclicas** pues los organismos causales cumplen un solo ciclo de infección y producción de inóculo por estación de crecimiento del cultivo.

No obstante, se debe tener presente que desde el punto de vista fisiológico la planta es una unidad, y lo que afecta a un órgano repercute en definitiva en el metabolismo de toda la planta.

### 3.1.1. Enfermedades de implantación

Durante la germinación y el estado de plántula las leguminosas son vulnerables y muy susceptibles a diversos organismos causantes de enfermedades, que pueden ocasionar reducciones importantes en la emergencia del cultivo y/o alta mortandad de plantas durante la etapa de implantación. En condiciones favorables para el desarrollo de estos patógenos el establecimiento de las leguminosas puede verse severamente comprometido.

*3.1.1.1. Sintomatología y diagnóstico.* Los patógenos asociados a estas enfermedades actúan en las etapas de pre y postemergencia, causando podredumbre de semilla, ahogamiento de plántulas en preemergencia y el llamado «damping-off» en postemergencia. Debido a que el período durante el cual ocurre la infección es tan corto, muchas veces se dificulta el diagnóstico cierto de la enfermedad.

*3.1.1.2. Organismos causales.* Existe un complejo de hongos asociados a las enfermedades de implantación, dentro del cual predominan especies del género *Pythium*, y en menor grado de los géneros *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*.

*3.1.1.3. Epidemiología.* Los organismos causales de la podredumbre de semilla, ahogamiento y damping-off existen en el suelo en un estado de dormancia exógena conocido como fungistasis (40, 41). La supresión de la fungistasis ocurre cuando los propágulos de dichos patógenos son activados por componentes específicos de los exudados de la semilla, liberados durante la germinación (44). En este sentido, Harman y Stasz (23) reportan que las características asociadas a la calidad de semilla (edad, presencia de microorganismos, integridad de la testa, etc.) determinan los patrones de cantidad y calidad de los exudados, y en consecuencia determinan la vulnerabilidad de la semilla a infecciones tempranas por hongos del suelo.

Se trata de patógenos muy efectivos por diversas razones: (a) poseen eficientes mecanismos de sobrevivencia en el suelo (estructuras de resistencia, alta capacidad de competencia saprofítica); (b) presentan fuentes alternativas de inóculo primario (esporas asexuales y sexuales, estructuras de resistencia y micelio); (c) infectan tejidos vegetales jóvenes por penetración directa o a través de aberturas naturales y heridas; y (d) tienen un rango de huéspedes amplio y diverso (25).

Bajo condiciones de alta humedad en el suelo y temperaturas bajas, no favorables para una rápida emergencia y crecimiento de las plántulas, el desarrollo de las enfermedades de implantación se ve estimulado (21, 51).

Existe un período crítico de 5-10 días durante el cual las plántulas son susceptibles. Luego todos los tejidos vegetales, con excepción de los ápices radiculares, se vuelven resistentes (17) debido al engrosamiento de la pared secundaria, ya que los patógenos involucrados (*Pythium* spp.) no son capaces de invadir tejidos vegetales lignificados (25).

### 3.1.2. Enfermedades de hoja y tallo

Disminuyen significativamente la capacidad fotosintética de las plantas, afectan la translocación de fotoasimilados 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. Leath (35) considera que las enfermedades foliares serían causantes de pérdidas anuales de alrededor de 10% en la producción de forraje de leguminosas en E.U.A. Estas estimaciones se consideran conservadoras, ya que no tienen en cuenta, entre otras, las pérdidas en calidad de forraje (27).

La presencia de enfermedades afecta la calidad a través de una reducción de la relación hoja:tallo, el incremento en el contenido de fibra, la disminución en el contenido de proteína bruta, y la acumulación de compuestos estrogénicos (cumestrol) y de toxinas producidas por algunos hongos patógenos (31).

En Uruguay, los resultados de ensayos demostraron que las enfermedades foliares pueden reducir significativamente la producción de forraje y de semilla de leguminosas forrajeras. En trébol blanco, el control de enfermedades foliares incrementó un 44% la producción de forraje a lo largo de tres años, y alrededor de 40% la producción de semilla de dos años (3). Para el caso de lotus, el control de enfermedades foliares incrementó hasta un 25% la producción de forraje anual (4).

La incidencia y severidad de enfermedades foliares a nivel de chacra puede ser alta en el caso de cultivos para heno, o en semilleros luego del cierre de los mismos. Al respecto, se presentan los resultados obtenidos para lotus y trébol rojo (cuadro 1), en cultivos destinados a producción de semilla (30). La incidencia se determinó en base al número de plantas enfermas sobre el total de plantas evaluadas, y se expresó en porcentaje. La severidad de manchas de hoja se evaluó en base a una escala visual de 8 clases (0 = planta sana, 7 = >50% de área enferma); la severidad de manchas de tallo se evaluó en base a una escala visual de 5 clases (0 = planta sana, 4 = >50% de área enferma).

Los valores mínimos y máximos correspondieron a muestreos realizados a la fecha de cierre y de cosecha respectivamente; durante el período comprendido entre dichas fechas se observó un incremento gradual en los niveles de enfermedad.

Las enfermedades que afectan directamente la flor tienen una importancia singular cuando se manejan los cultivos para la producción de semilla. Recientemente, *Colletotrichum acutatum* (uno de los agentes causales de la antracnosis de la frutilla) fue identificado causando un tizón en la flor de lotus, cuando prevalecieron condiciones húmedas durante la floración (52, 53). Esta enfermedad podría resultar en importantes pérdidas económicas al limitar la producción de semilla. Estudios de campo preliminares (parcelas inoculadas vs. no inoculadas) han indicado que las pérdidas de rendimiento, medidas como número de chauchas por unidad de área, podrían ser de hasta 36%.

*3.1.2.1. Sintomatología y diagnóstico.* Las enfermedades foliares se caracterizan por la presencia de manchas en las hojas, correspondientes a lesiones necróticas y cloróticas. En general, diversos patógenos están presentes simultáneamente, conformando lo que se conoce como «complejo de manchas foliares». En los tallos, los patógenos involucrados inducen la formación de lesiones alargadas necróticas, generalmente oscuras; muchas veces son superficiales pero también pueden afectar tejidos más profundos y formar los llamados cancros. Esta

**Cuadro 1.** Rangos de incidencia y severidad de enfermedades de hoja y tallo registrados entre fecha de cierre y fecha de cosecha en semilleros de lotus y trébol rojo.

| | Lotus | | Trébol rojo | |
|---|---|---|---|---|
| | Hoja | Tallo | Hoja | Tallo |
| Incidencia[1] | 28-100 | 2-86 | 7-100 | 3-100 |
| Severidad[2] | 0.3-4.4 | 0.0-1.4 | 0.1-5.3 | 0.0-3.5 |

[1] Incidencia: % de plantas enfermas sobre el total de plantas evaluadas.
[2] Severidad: hoja, escala de 0-7; tallo, escala de 0-4.

sintomatología es característica de hongos con hábito necrotrófico.

Por otro lado existe un grupo de hongos de hábito biotrófico (patógenos obligados) que son responsables de las enfermedades conocidas como roya, oidio y mildiu. En estos casos la infección se manifiesta por la observación directa de las estructuras reproductivas de los patógenos, y son los signos de la enfermedad: pústulas anaranjadas en el caso de royas, polvillo blanquecino en el caso de oidio y mildiu.

*3.1.2.2. Organismos causales.* Existe un amplio rango de géneros asociados al complejo de manchas de hoja y tallo (35, 36, 54). La mayoría de los hongos involucrados tienen la capacidad de causar enfermedad en las distintas especies de leguminosas forrajeras, presentando patogenicidad cruzada. Los hongos que causan la roya en las leguminosas pertenecen al género *Uromyces*; los que causan oidio pertenecen al género *Erysiphe*; y los que causan mildiu pertenecen al género *Peronospora*. Los géneros registrados en Uruguay sobre alfalfa, lotus, trébol blanco y trébol rojo se presentan en el cuadro 2 (3, 4, 11).

*3.1.2.3. Epidemiología.* Ya se comentó que las enfermedades que afectan órganos aéreos son en su mayoría policíclicas. Existe una fuente de inóculo primario (endógena o exógena en relación a la chacra) y ciclos de infección secundarios que incrementan rápidamente el nivel de inóculo presente en el cultivo (figura 1). Para los distintos patógenos involucrados también existe un patrón similar en cuanto a mecanismos de sobrevivencia. Se trata de patógenos con hábito necrotrófico que sobreviven en la semilla, en el rastrojo, y en hospedantes alternativos.

La sobrevivencia de patógenos en la semilla constituye una fuente de inóculo inicial, particularmente cuando se trata de siembras en áreas sin historia previa de leguminosas. Los resultados obtenidos en un relevamiento de hongos asociados a la semilla de lotus, en un total de 40 lotes comerciales, demuestran la presencia de patógenos de hoja y tallo (46) (cuadro 3).

La incidencia se determinó en base al número de semillas infectadas sobre el total de semillas evaluadas, y se expresó en porcentaje. La prevalencia se determinó en base



**Cuadro 2.** Géneros de hongos patógenos de hoja y tallo de leguminosas, encontrados en Uruguay.

| Patógeno | Hospedante | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Alfalfa | Lotus | T. blanco | T. rojo |
| *Leptosphaerulina* | X | X | X | X |
| *Stemphylium* | X | X | X | X |
| *Pseudopeziza* | X | | | |
| *Colletotrichum* | X | X | X | X |
| *Phoma* | X | X | X | X |
| *Cercospora* | X | X | X | X |
| *Phomopsis* | | X | | |
| *Cymadothea* | | | X | |
| *Kabatiella* | | | | X |
| *Uromyces* | X | X | X | X |
| *Erysiphe* | X | | | |
| *Peronospora* | X | | | X |

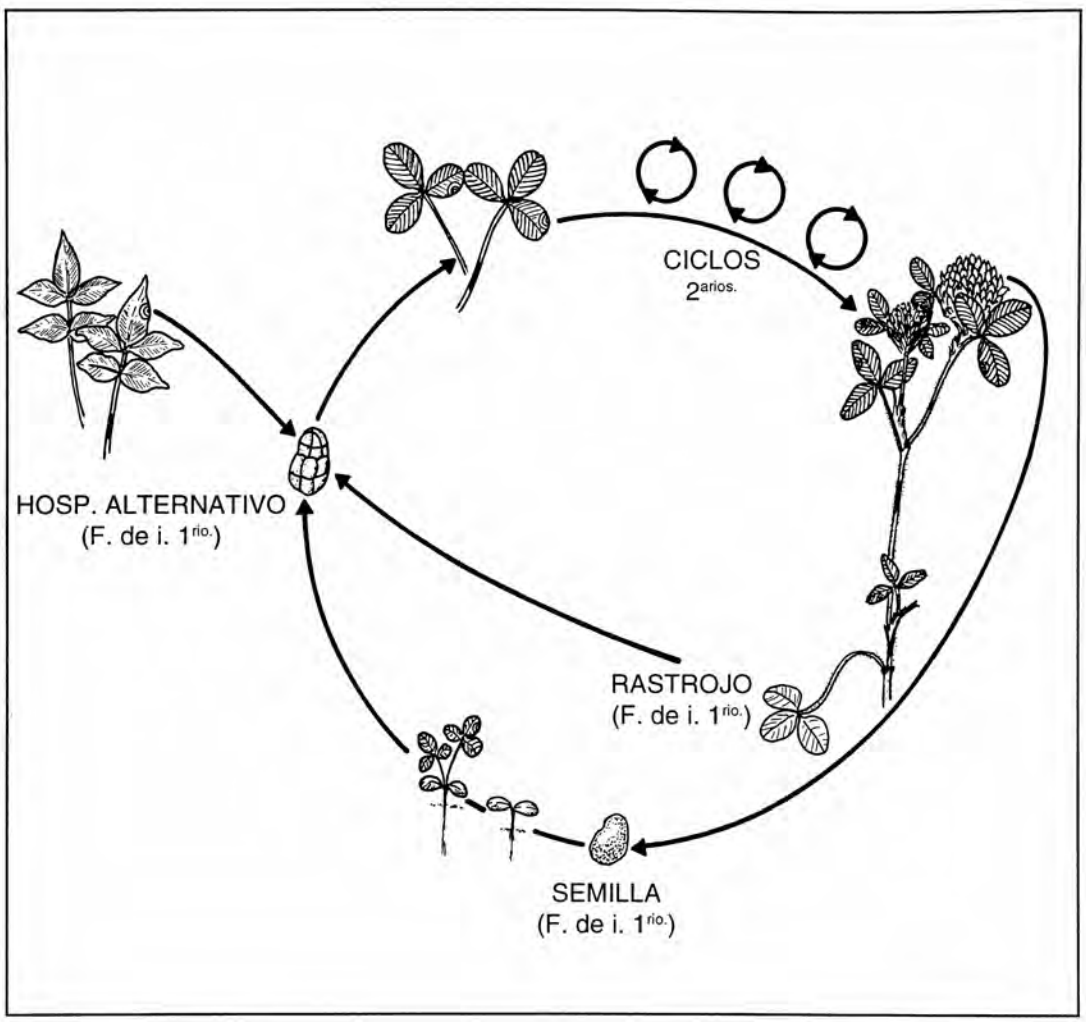


**Figura 1.** Ciclo de las enfermedades foliares (*Stemphylium* spp.).

al número de lotes infectados sobre el total de lotes evaluados, y se expresó en porcentaje.

A pesar de que los valores de incidencia media son bajos, se debe tener en cuenta la cantidad de semilla de una leguminosa que se siembra por hectárea (43). Como ejemplo, una incidencia de 0.06% de *Stemphylium* en la semilla de lotus equivale a aproximadamente 5500 focos del patógeno por hectárea. A su vez, cabe destacar la ocurrencia de variación entre lotes, puesta de manifiesto por los rangos de incidencia y los valores de prevalencia.

La remoción del follaje enfermo que ocurre por cosecha (heno o semilla) o por pastoreo resulta en una disminución temporaria de inóculo que frena el desarrollo de epidemias severas. No obstante, por tratarse de especies perennes, aún cuando se remueva el material vegetal la presencia de los patógenos

**Cuadro 3.** Incidencia y prevalencia de hongos patógenos de hoja y tallo asociados a semillas de lotus.

| Género | Inc. media[1] | Rango[2] | Prevalencia[3] |
|---|---|---|---|
| **Patógenos** | | | |
| *Colletotrichum* | 0.100 | 0-1.00 | 30.0 |
| *Stemphylium* | 0.060 | 0-1.25 | 15.0 |
| *Leptosphaerulina* | 0.020 | 0-0.50 | 7.5 |
| *Phoma* | 0.006 | 0-0.25 | 2.5 |
| **Patógenos débiles** | | | |
| *Alternaria* | 4.000 | 0.5-16 | 100.0 |
| *Cladosporium* | 0.150 | 0-1.50 | 25.0 |
| *Helminthosporium* | 0.030 | 0-0.50 | 10.0 |
| *Curvularia* | 0.006 | 0-0.25 | 2.5 |

[1] Incidencia: % de semillas infectadas sobre el total de semillas evaluadas.
[2] Rango: incidencia mínima y máxima registrada por lote.
[3] Prevalencia: % de lotes infectados sobre el total de lotes evaluados.

en el rastrojo o en las hojas y tallos caídos sobre la superficie del suelo asegura su sobrevivencia entre estaciones (34). Esto va generando un incremento gradual del inóculo endógeno.

La ocurrencia de patogenicidad cruzada (capacidad de causar enfermedad en las distintas especies de leguminosas forrajeras) determina que en muchas situaciones prácticas los patógenos no encuentran discontinuidad ni en el tiempo ni en el espacio en cuanto a la disponibilidad de sustrato susceptible.

Una vez que los patógenos están en contacto con los tejidos vegetales, y cuando se dan las condiciones climáticas adecuadas, se suceden las etapas de penetración, infección, latencia, colonización y esporulación. Estos procesos están altamente condicionados por la agresividad diferencial del patógeno, la resistencia diferencial del hospedante, y la ocurrencia de factores ambientales que puedan favorecer a uno u otro.

Los hongos asociados a enfermedades foliares son en su mayoría diseminados por el salpicado de gotas de lluvia (ej. *Colletotrichum*, *Stemphylium*) o por el viento (ej. *Uromyces*, *Erysiphe*). Algunos géneros tienen mecanismos activos de liberación de esporas (ej. *Leptosphaerulina* y *Pseudopeziza*); en este caso son esporas sexuales las que causan infección. De esta forma se inician los ciclos de infección secundarios, que se suceden mientras exista tejido vegetal susceptible y condiciones de temperatura y humedad favorables.

### 3.1.3. Enfermedades de corona y raíz

Estas enfermedades son un factor limitante importante para la producción de leguminosas, ya que reducen severamente la persistencia de los cultivos, lo que en muchos casos se atribuye a la falla de las plantas individuales para mantener sistemas radiculares sanos y vigorosos (36). Las enfermedades que atacan los sistemas radiculares, la corona y/o los estolones de las plantas alteran la normal absorción de agua y nutrientes, la fijación de nitrógeno y la acumulación de sustancias de reserva, provocando marchitamientos o podredumbres.

En nuestras condiciones, monitoreando planteles de plantas espaciadas, se determinó que en lotus sólo un 15% de las plantas sobrevivieron en el tercer año, siendo las enfermedades de raíz y corona la causa principal de mortalidad de plantas (82%) (4). Resultados similares fueron encontrados por Henson (26) y Beuselinck *et al.* (9) en E.U.A. En trébol rojo, entre un 7% y 43% de las plantas sobrevivieron en el segundo año (dependiendo de la variedad); las enfermedades de raíz y corona también fueron la causa principal de mortalidad (73-100%, dependiendo de la variedad) (2). Resultados similares fueron reportados por Kilpatrick *et al.* (32) en E.U.A., y por Rufelt (47) en Suecia.

La incidencia y severidad de enfermedades de raíz y corona a nivel de chacra depende de varios factores tales como edad del cultivo, tipo de suelo, historia previa de la chacra. Al respecto, se presentan los resultados obtenidos para lotus (cuadros 4 y 5), en cultivos relevados en distintas regiones del país.

La incidencia se calculó en base al número de plantas enfermas sobre el total de plantas evaluadas, y se expresó en porcentaje. La severidad se evaluó en base a una escala visual de 4 clases (0 = corona y raíz sana, 1 = <20% de tejidos afectados, 2 = 20-80% de tejidos afectados, 3 = >80% de tejidos afectados).

**Cuadro 4.** Rangos de incidencia de podredumbre de corona y raíz en lotus, según edad de la pastura, para muestreos correspondientes a setiembre/94 y marzo/95.

| | Incidencia[1] | |
|---|---|---|
| **Año** | **set/94** | **marzo/95** |
| 1 | 6-29 | 76-81 |
| 2 | 89-99 | 93-100 |
| 3 | 98-100 | 98-100 |

[1] Incidencia: % de plantas enfermas sobre el total de plantas evaluadas.

**Cuadro 5.** Indices de severidad media de podredumbre de corona y raíz en lotus, según edad de la pastura, para muestreos correspondientes a setiembre/94 y marzo/95.

| | Severidad[1] | |
|---|---|---|
| **Año** | **set/94** | **marzo/95** |
| 1 | 0.2 | 0.9 |
| 2 | 1.3 | 1.5 |
| 3 | 1.7 | 1.8 |

[1] Severidad: escala de 0-3, promedios de tres localidades.

La incidencia y la severidad de la podredumbre de corona y raíz aumentan con la edad de la pastura. A partir del segundo año se registra prácticamente un 100% de plantas enfermas, y desde entonces los niveles de enfermedad aumentan por un incremento en la severidad. El índice de severidad media en las tres localidades (promedio de tres edades de pastura) fue de 1.0-1.1 para el muestreo correspondiente a setiembre/94, y de 1.4 para el muestreo correspondiente a marzo/95. Hasta el momento no se han observado diferencias en los niveles de enfermedad registrados en las tres localidades.

*3.1.3.1. Sintomatología y diagnóstico.* El diagnóstico de estas enfermedades resulta difícil, debido a que los síntomas observados en la parte aérea pueden ser atribuídos a otros estreses de las plantas. En general, la ocurrencia de infecciones en los órganos subterráneos se manifiesta por: falla de las plantas para rebrotar luego de un corte o pastoreo; baja tolerancia al estrés hídrico durante el verano; marchitamientos parciales o totales de los tejidos aéreos; podredumbre en los tejidos de corona y raíces; daño por larvas de gorgojos.

*3.1.3.2. Organismos causales.* Las enfermedades de raíz y corona son causadas por un complejo de hongos. El principal género asociado al marchitamiento y podredumbre de raíz y corona es *Fusarium* (16, 38). En Uruguay, *F. oxysporum* es la especie más prevalente seguida por *F. solani* (3, 4, 11). *Rhizoctonia solani* también ha sido aislado de plantas enfermas, solo o simultáneamente con *Fusarium* spp.

Otro hongo asociado a podredumbre de corona y base de tallo es *Sclerotinia*. En nuestras condiciones, puede ocasionar pérdidas importantes del stand de plantas cuando el tiempo se presenta húmedo, fresco y nublado durante el invierno (julio-agosto). Tal es el caso de los últimos años, con inviernos moderados, en los cuales *Sclerotinia* ha sido detectada en cultivos de lotus, trébol blanco y trébol rojo, en diversas regiones del país; este patógeno presenta poca especificidad, atacando a las distintas especies de leguminosas y aún malezas presentes en el tapiz.

*Phytophthora* causa una podredumbre húmeda en raíces de alfalfa. Hasta el momento no se ha detectado en otras leguminosas.

*3.1.3.3. Epidemiología.* Los géneros de hongos asociados a las enfermedades de raíz y corona, particularmente las especies de *Fusarium* involucradas, son parásitos facultativos, que pueden estar presentes en el suelo aún en ausencia de un hospedante susceptible. Poseen diversos mecanismos de sobrevivencia ya sea colonizando materia orgánica en descomposición, permaneciendo como clamidosporas (esporas de resistencia) en el suelo o rastrojo, como micelio en la semilla, o aún parasitando plantas nativas (figura 2). Exhiben alta capacidad de competencia saprofítica, a través de la producción de enzimas celulolíticas y pectolíticas.

En presencia de hospedantes susceptibles ocurre el llamado efecto rizosfera, debido a la liberación de exudados radiculares que estimulan la germinación de los propágulos patogénicos. Este proceso comienza temprano en la vida del cultivo, y progresa gradualmente con la edad del cultivo (36).

La patogenicidad y agresividad varía considerablemente entre y dentro de especies de *Fusarium*, e interacciona con otros factores como resistencia o tolerancia del hospedante y factores ambientales predisponentes como presencia de otras enfermedades o plagas, manejo inadecuado del cultivo, etc. (45). La caracterización ecológica-genética de los aislamientos de *Fusarium*, a través del estudio de compatibilidad vegetativa o de técnicas de biología molecular, permite determinar la variabilidad patogénica (10).

Estos patógenos pueden penetrar a los tejidos vegetales directamente, pero en su mayoría presentan baja capacidad para iniciar el proceso de infección. En realidad 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 (55). Una vez que la infección tiene lugar, el micelio del hongo se desarrolla en los tejidos epidérmicos, colonizando posteriormente la corteza y endodermis.

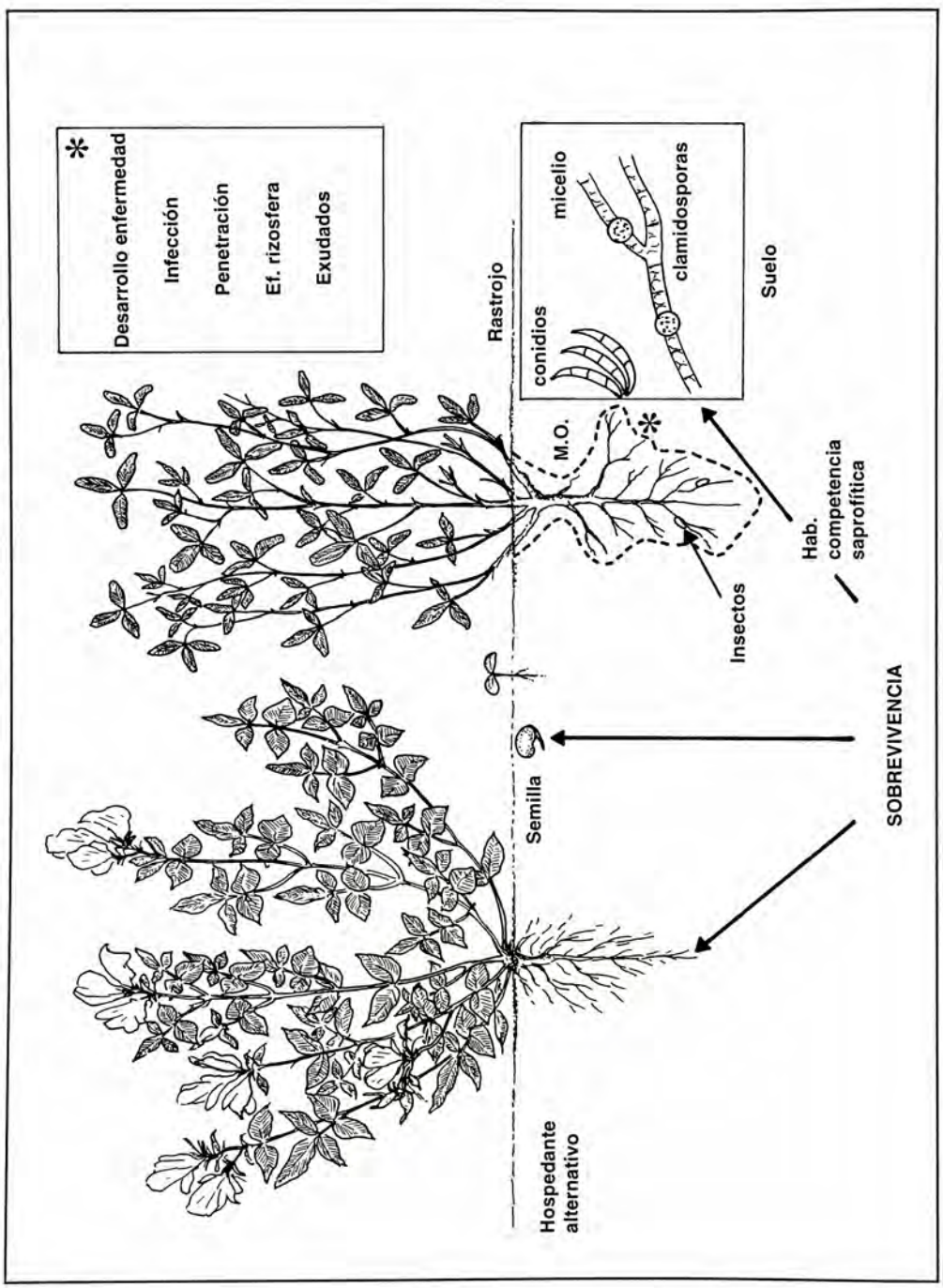


**Figura 2.** Ciclo de las enfermedades de corona y raíz (*Fusarium* spp.).

En el caso de los marchitamientos los patógenos involucrados exhiben un alto grado de especificidad, pueden penetrar a las raíces directamente, y colonizar extensivamente los haces vasculares del xilema.

## 3.2. Enfermedades causadas por virus

Las enfermedades virósicas constituyen el segundo grupo en importancia, siendo una limitante de la producción de trébol rojo y trébol blanco (7). Afectan la fisiología de las plantas de diversas formas: reducen el crecimiento foliar y radicular, incrementan la susceptibilidad a los patógenos que causan podredumbre radicular y la vulnerabilidad a estreses climáticos y edáficos, e interfieren con los procesos de nodulación y fijación simbiótica de nitrógeno. En consecuencia disminuyen el rendimiento y la longevidad de cada planta, y de esta forma la persistencia productiva del cultivo (7).

### 3.2.1. Sintomatología y diagnóstico

Estas enfermedades se caracterizan por amarillamientos, moteados y/o mosaicos en la hojas. También se manifiestan por falta de vigor o enanismo de las plantas, así como distorsiones de hojas y pecíolos. Cabe destacar que si bien los síntomas se manifiestan en las hojas, se trata de infecciones sistémicas que afectan a la totalidad de la planta. Para el diagnóstico cierto del(de los) virus asociado(s), se utilizan técnicas de laboratorio basadas en reacciones serológicas de tipo antígeno-anticuerpo, como el test de ELISA o la inmunoelectro-microscopía.

### 3.2.2. Agentes causales

A nivel mundial, existen 73 virus reportados con capacidad de infectar a las leguminosas forrajeras, distribuídos en 20 grupos distintos (14). Según los mismos autores (14), trébol rojo, trébol blanco, alfalfa y lotus son huéspedes de 35, 32, 28 y 4 virus, respectivamente.

En el país, no existían antecedentes de relevamientos de enfermedades virósicas en leguminosas forrajeras. En 1993, INIA comenzó un trabajo de identificación y diagnóstico de las principales virosis en plantas de trébol rojo. Hasta el momento se ha detectado la presencia de los siguientes virus: virus del mosaico de alfalfa (AMV), virus del mosaico de trébol blanco (WCMV), y virus del mosaico amarillo de poroto (BYMV) con una incidencia aproximada de 80%; virus de la nervadura amarilla de trébol (CYVV) con una incidencia aproximada de 65%; y virus del mosaico amarillo de trébol (CYMV) con una incidencia aproximada de 35%. La mayoría de las plantas testadas dieron positivo a la presencia de más de un virus, con infecciones dobles y aún triples.

### 3.2.3. Epidemiología

Los virus son agentes patogénicos obligados, que necesitan de la maquinaria biológica de las células del hospedante para su multiplicación. Las vías de transmisión y las formas de persistencia varían entre los distintos grupos de virus; pueden ser transmitidos por semilla, insectos, nematodos, hongos, cúscuta, y en forma mecánica, y persistir en plantas vivas, en semillas y en los vectores.

El virus del mosaico de alfalfa (AMV) y los virus pertenecientes al grupo poty (BYMV y CYVV) se transmiten por pulgones en forma no persistente y en algunos casos por semilla. La transmisión en forma no persistente significa que el virus es adquirido y transmitido por el pulgón en un período muy corto (segundos a minutos), ya que es portado en el estilete y no se multiplica dentro del insecto. Los virus pertenecientes al grupo potex (WCMV y CYMV) se transmiten mecánicamente y por semilla, y no existen vectores reportados.

Existe variabilidad a nivel de hospedantes en cuanto a resistencia o tolerancia a la infección por virus. Esta puede ser debida a una reacción frente al virus en cuestión, o ser debida a una reacción frente al vector. Diversos factores ambientales pueden determinar una predisposición diferencial frente a la infección por virus. Por lo general, a medida que las plantas envejecen se vuelven más susceptibles a las infecciones por este tipo de patógeno.

## 3.3. Enfermedades causadas por micoplasmas

Los micoplasmas son organismos procariotas unicelulares, que carecen de pared celular verdadera y están rodeados sólo por una membrana unitaria; a diferencia de las bacterias, no pueden ser cultivados en medios artificiales. Se alojan en el floema de las plantas, induciendo diversos tipos de alteraciones metabólicas (desbalance hormonal en los tejidos vegetales); en general son transmitidos por chicharritas (1).

En Uruguay, se han observado plantas de lotus con enanismo y síntomas similares a los llamados «escoba de bruja» en alfalfa (excesiva cantidad de rebrotes de la corona, tallos muy finos, acartuchamiento de los folíolos). Los síntomas podrían asemejarse a los descriptos por Klostermeyer y Menzies (33), inducidos por micoplasmas. En planteles de plantas aisladas, se determinó alrededor de un 15% de pérdida de plantas que presentaban esta sintomatología (4). Se ha observado que la incidencia de plantas enfermas aumenta gradualmente con la edad del plantel. Las plantas enfermas raramente producen flores y mueren prematuramente.

En trébol blanco, se ha observado la ocurrencia esporádica de plantas con síntomas que caracterizan la enfermedad llamada «filodio», inducida por micoplasmas (49). Dichas plantas muestran enanismo, clorosis, pero la manifestación más obvia ocurre durante la floración, ya que los carpelos de las flores se hipertrofian asemejándose a hojas pequeñas; no se produce semilla.

## 3.4. Enfermedades causadas por bacterias

Las enfermedades causadas por bacterias son, en general, de importancia menor (35). Se citan diversas enfermedades como manchas foliares, tizones, marchitamientos (54). En Uruguay, se ha registrado la ocurrencia de manchas foliares causadas por bacterias del género *Pseudomonas*, bajo condiciones climáticas frescas y húmedas.

Las bacterias entran a la planta sólo a través de heridas o aberturas naturales (ej. estomas), y necesitan de la ocurrencia de una película de agua sobre la superficie vegetal. Destruyen los tejidos vegetales a través de la producción de enzimas, lo que resulta en lesiones acuosas características sobre la superficie foliar. Las bacterias sobreviven de una estación a otra en plantas, rastrojo, semilla o suelo. Dentro y entre cultivos, se dispersan por salpicado de lluvia, uso de semilla infectada, o maquinaria contaminada.

## 3.5. Enfermedades causadas por nematodos

La ocurrencia de enfermedades causadas por nematodos no ha sido evaluada en el país. En general, dentro del complejo de organismos que ocasionan pérdidas en la persistencia productiva, los nematodos han sido reiteradamente «olvidados».

El informe de una consultoría para estudiar aspectos de la estabilidad de las pasturas en Uruguay, realizada en 1988 por especialistas neozelandeses, menciona: «Existe poca conciencia de los nematodos como plaga de las pasturas en Uruguay. Un estudio reciente en Nueva Zelanda ha mostrado un aumento del 20% en la producción anual de las pasturas y un 55% de incremento en la fijación de nitrógeno cuando se controla a los nematodos» (48). García (19), al analizar los factores que afectan la persistencia de leguminosas, destaca que no existen estudios que permitan evaluar la real importancia de los nematodos y enfatiza la importancia de clarificar ese punto. Los relevamientos e investigaciones en otros países indican que los nematodos ameritan mayor atención ya que pueden jugar un rol en reducir la producción y longevidad de los stand de leguminosas (56, 59, 60).

Los nematodos pueden ocasionar daños directos a las plantas de leguminosas, pero a su vez juegan un rol preponderante en la interacción con diversas enfermedades a hongos y virósicas. Los nematodos son muchas veces los primeros invasores de las raíces, facilitando vías de entrada para hongos patógenos. Al respecto, se ha reportado una asociación definitiva entre el nematodo lesionador de raíz, *Pratylenchus penetrans*, y

*Fusarium* en la podredumbre de raíz de lotus (60, 61).

Diversas especies del género *Meloidogyne*, *Pratylenchus penetrans* y *Xiphinema americanum*, son habitantes comunes en muchos suelos de nuestro país, y han sido citadas asociadas a leguminosas forrajeras (37). En este contexto, se considera relevante y prioritario identificar los nematodos potencialmente parásitos de leguminosas forrajeras, y obtener información sobre su distribución en distintas zonas ecológicas del país y bajo distintos sistemas de producción. Los resultados de un primer relevamiento contribuirían a definir futuras líneas de investigación en esta área.

## 4. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES

El conocimiento de la ecología y la epidemiología de las enfermedades de leguminosas resulta esencial para establecer mecanismos eficientes y durables para su manejo.

En la actualidad se cuenta con escasas medidas de control de aplicación práctica cuando una enfermedad es detectada en un cultivo. Por este motivo, la medida más efectiva para el control de las enfermedades es la **prevención** de las mismas y/o la **minimización de las pérdidas** que ellas ocasionan.

El primer punto es utilizar cultivares resistentes, cuando estos están disponibles. A esto se debe agregar la aplicación de prácticas de manejo que favorezcan el crecimiento vigoroso del cultivo y/o reduzcan las oportunidades de incremento del inóculo (9, 27, 36). Finalmente, no debe descartarse el uso estratégico de agroquímicos y/o agentes biológicos para el control puntual de algunas enfermedades.

### 4.1. Resistencia genética

Las leguminosas forrajeras son especies de polinización cruzada altamente heterozigotas, de manera que existe una amplia diversidad genética entre plantas individuales.Esto facilita el desarrollo de germoplasma resistente a numerosas enfermedades.

A nivel mundial, la resistencia genética es una estrategia ampliamente utilizada para el control de las enfermedades, ya que es el mecanismo más económico, eficiente y ecológico. De hecho, la resistencia a enfermedades se ha convertido en uno de los objetivos principales de los programas de mejoramiento genético de leguminosas (12, 15).

Existen numerosos ejemplos de control de enfermedades a través de cultivares resistentes. Alfalfa es el cultivo que mejor ilustra esta situación, existiendo cultivares con buenos niveles de resistencia a hongos de los géneros *Phytophthora*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Uromyces*, *Peronospora* y a nematodos (8, 15). En trébol rojo se han desarrollado cultivares con resistencia a *Kabatiella*, *Stemphylium*, *Erysiphe* y *Fusarium* (50). En trébol blanco existen cultivares con niveles adecuados de resistencia a virus y a enfermedades foliares fungosas (20). En lotus se está llevando a cabo un proyecto cooperativo (E.U.A. y Canadá) para el desarrollo de germoplasma con resistencia genética a *Fusarium* y al nematodo *Pratylenchus* (57).

Para tener éxito en el desarrollo de cultivares resistentes es necesario un buen conocimiento del patógeno (ecología, variabilidad patogénica), del hospedante (genética, variabilidad), y de los efectos ambientales sobre la interacción patógeno-hospedante. Finalmente, es indispensable la existencia de una metodología adecuada para la inoculación y evaluación de plantas, que sea eficiente, precisa y confiable. Tal es el caso de los protocolos estándar desarrollados para caracterizar cultivares o seleccionar germoplasma de alfalfa según su reacción a diversas enfermedades (18).

La resistencia a enfermedades es también uno de los objetivos del programa de mejoramiento de leguminosas forrajeras de INIA. La existencia de variabilidad genética hace posible la selección de plantas con mayor resistencia, que al ser intercruzadas producen una nueva población con mayor frecuencia de plantas resistentes.

En el caso de lotus y trébol rojo se busca incrementar la resistencia a enfermedades de

raíz y corona. En trébol rojo, además, se eliminan tempranamente aquellas plantas susceptibles a enfermedades virósicas. En alfalfa se busca mejorar la resistencia a enfermedades de implantación y a enfermedades de hoja y tallo.

## 4.2. Prácticas culturales y de manejo del cultivo

Cuando no es posible el uso de resistencia genética para el control de una enfermedad, el manejo del cultivo se vuelve la estrategia principal para disminuir la tasa de desarrollo de la enfermedad (34, 36, 37).

En primer lugar, debido a la naturaleza perenne de las leguminosas forrajeras, resulta crítico lograr el establecimiento de una población adecuada de plantas. Las semillas de leguminosas son pequeñas y requieren una siembra poco profunda en una cama firme y húmeda. Las pérdidas debidas a enfermedades de implantación, muchas veces asumidas como inevitables por los productores, suelen compensarse mediante el uso de altas densidades de siembra.

Una vez establecido el cultivo, se deben aplicar medidas de manejo que favorezcan un crecimiento vigoroso de las plantas y permitan reducir la presencia de inóculo. Tal como ya se dijo, para enfermedades foliares la única medida práctica de manejo es la remoción del follaje. Los cortes o pastoreos deben hacerse en el momento adecuado para evitar la pérdida de hojas y obtener forraje de alta calidad.

Por otro lado, deben evitarse todas aquellas medidas de manejo que tiendan a debilitar las plantas o dañar sus estructuras vitales (corona, raíces, estolones) y en consecuencia a promover las enfermedades. Al respecto, resulta esencial permitir la acumulación de sustancias de reserva en la corona y raíces mediante la ocurrencia de períodos de descanso adecuados entre cortes o pastoreos (34, 36). 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, sea patógeno o mecánico (pezuña del animal, cosechadora), afectará la sobrevivencia de las mismas, y en consecuencia la persistencia del cultivo.

## 4.3. Control químico

Bajo los sistemas actuales de producción de cultivos forrajeros, el uso de agroquímicos no es una práctica común para el control de enfermedades. Si bien existen productos que podrían proveer un control adicional para muchas enfermedades, estos no han sido empleados por dos razones básicas: (a) alta relación costo/beneficio y (b) peligro potencial de residuos de pesticidas en el ganado y la cadena alimentaria humana, y en el ecosistema en general (contaminación de aguas, etc.) (34).

No obstante lo anterior, debe considerarse el uso estratégico de agroquímicos para el control puntual de algunas enfermedades. En el caso de enfermedades de implantación, existen curasemillas altamente específicos y de acción sistémica que brindan a la plántula una protección total durante el período en que es susceptible a hongos del suelo (ej. metalaxyl y fosetyl-Al para el control de *Pythium*). En otros países estos principios activos se presentan en formulación como curasemillas, y son ampliamente utilizados para la cura de semilla de leguminosas forrajeras. En Uruguay dicha formulación no está disponible.

Finalmente, al considerar el uso de curasemillas se debe advertir el efecto negativo que algunos principios activos pueden tener sobre los rizobios (5).

## 4.4. Control biológico

La interacción de los organismos benéficos y patógenos de la rizosfera, y su aplicación potencial como estrategia de control de enfermedades, ha recibido poca atención en las especies forrajeras (13, 39). No obstante, el control de enfermedades en leguminosas forrajeras a través del uso de bacterias antagónicas ha sido recientemente priorizado (42).

Entre los organismos benéficos se destacan las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR). Entre otras funciones, las PGPR ejercen una acción antagónica contra los microorganismos patógenos

presentes en el suelo, a través de competencia, antibiosis, y/o parasitismo. En el conjunto de las PGPR, se destacan las *Pseudomonas* fluorescentes y otros géneros como *Bacillus* y *Streptomyces*. En los últimos años se ha explorado el uso de estos géneros como agentes de control biológico para enfermedades que afectan la implantación de las leguminosas forrajeras (6, 22, 29).

La alternativa de control biológico resulta particularmente promisoria para el manejo de estas enfermedades pues representan una situación ideal para la acción de microorganismos antagónicos: (a) pueden ser fácilmente aplicados a la semilla (ej. podría estudiarse la compatibilidad de inoculación junto a *Rhizobium*); (b) son introducidos directamente en la zona de infección potencial; (c) los exudados de la semilla constituyen una fuente de nutrientes para los mismos, confiriéndole ventajas competitivas frente a los patógenos; y (d) no requieren una acción prolongada de protección más allá del período en que la plántula es susceptible, por lo que su persistencia en la rizosfera se torna menos crítica.

El Instituto Clemente Estable ha iniciado estudios básicos de recolección, caracterización y evaluación de actividad antagónica de *Pseudomonas* fluorescentes provenientes de rizosferas de leguminosas forrajeras (tréboles, lotus, alfalfa). Resultados preliminares indican que algunas cepas que poseen actividad antagónica *in vitro*, protegen efectivamente a plántulas de lotus frente a infecciones causadas por *Pythium* y *Rhizoctonia* (6). Los resultados obtenidos podrían validar la factibilidad del control biológico de enfermedades en estas especies, y ser utilizados para generar tecnología aplicada al sistema productivo de nuestro país.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Las enfermedades constituyen una limitante para la producción de leguminosas forrajeras, a través de su impacto en el rendimiento y la calidad del forraje y de la semilla, y en la persistencia. Existen diversos organismos causantes de enfermedades, siendo los hongos el grupo de mayor importancia. La mayoría de los patógenos tiene capacidad de causar enfermedad en las distintas leguminosas. En general, diversas enfermedades actúan simultáneamente sobre las plantas e interactúan con otros factores bióticos y abióticos, resultando en una carga acumulativa de estreses a lo largo de la vida del cultivo. Por tratarse de especies perennes, las plantas conviven con una gran mayoría de enfermedades «perennes».

El manejo de las enfermedades en una leguminosa forrajera debe apuntar a prevenir o minimizar los daños ocasionados por las mismas. Para lograr esta meta, el manejo del cultivo debe ser contínuo e integrar diversas estrategias que aseguren una performance superior y sostenida en el tiempo.

## 6. BIBLIOGRAFIA


1. **AGRIOS, G.N.** 1986. Fitopatología. Editorial Limusa México. 756 pp.
2. **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).
3. **ALTIER, N.** 1991. Enfermedades en especies forrajeras. INIA La Estanzuela. Hoja de divulgación No.2. 2 pp.
4. **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.
5. **ALTIER, N.; PASTORINI, D.** 1988. Curasemillas en leguminosas forrajeras: efecto sobre los rizobios. CIAAB, Est. Exp. La Estanzuela (Uruguay). Hoja de divulgación No.74. 2 pp.
6. **BAGNASCO, P.; DE LA FUENTE, L.; POLLA, G.; ARIAS, A.** 1995. Native fluorescent *Pseudomonas* as antagonist agents against root legume pathogenic fungi. **In:** 7th International Symposium on Microbial Ecology. Santos, Brasil (Abstr.).
7. **BARNETT, O.W.; DIACHUM, S.** 1986. Virus diseases of clovers: Etiology and crop

losses. p. 625-675. **In:** J.R. Edwardson; R.G. Christie (ed.). Viruses infecting forage legumes. Vol III. Monogr. 14, Agric. Exp. Stn., Inst. Food Agric. Sci., Univ. of Florida, Gainesville.

8. **BASIGALUP, D.H.** 1995. Manejo y control de las principales enfermedades de la alfalfa en Argentina. **In:** Curso de actualización: Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas.

9. **BEUSELINCK, P.R.; PETERS, E.J.; MCGRAW, R.L.** 1984. Cultivar and management effects on stand persistence of birdsfoot trefoil. Agron. J. 76:490-492.

10. **BOSLAND, P.W.** 1988. *Fusarium oxysporum*, a pathogen of many plant species. p. 281-289. **In:** D.S. Ingran; P.H. Williams (ed.). Advances in Plant Pathology. Vol 6. Genetics of plant pathogenic fungi. G.S. Sidhu (ed.). Academic Pres, New York.

11. **CHAO, L.; DE BATTISTA, J.; SANTIÑAQUE, F.** 1994. Incidence of birdsfoot trefoil crown and root rot in West Uruguay and Entre Ríos (Argentina). p. 206-208. **In:** P.R. Beuselinck; C.A. Roberts (ed.). Proc. First Intern. *Lotus* Symposium, 22-24 March, 1994, St. Louis, MO. Univ. Missouri, Columbia Pub.

12. **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.

13. **COVEN, S.** 1987. Searching for nature's fungicides. Pa. State Agric. p. 26-27.

14. **EDWARDSON, J.R.; CHRISTIE, R.G.** (ED.). 1986. Viruses Infecting Forage Legumes. Monogr. 14, Agric. Exp. Stn., Inst. Food Agric. Sci., Univ. of Florida, Gainesville. 742 pp.

15. **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.

16. **ELLIOT, E.S.; BALDWIN, R.E.; CARROLL, R.** 1969. Root rots of alfalfa and red clover. West Virginia Univ. Agric. Exp. Stn. Bull. 585T. 32 pp.

17. **ENDO, R.M.; COLT, W.M.** 1974. Anatomy, cytology and physiology of infection by *Pythium*. p. 215-223. **In:** Proc. Am. Phytopathol. Soc. 1.

18. **FOX, C.C.; BERBERET, R.; GRAY, F.A.; GRAU, C.R.; JESSEN, D.L.; PETERSON, M.A.** (ED.). 1991. Standard tests to characterize alfalfa cultivars. 3rd ed. North Am. Alfalfa Improv. Conf.

19. **GARCIA, J.** 1992. Persistencia de leguminosas. Rev. INIA Inv. Agron. No.1, Tomo II:143-156.

20. **GIBSON, P.B.; COPE, W.A.** 1985. White clover. p. 471-490. **In:** N.L. Taylor (ed.). Clover science and technology. Agron. Monogr. 25. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

21. **HANCOCK, J.G.; GRIMES, D.W.** 1990. Colonization of rootlets of alfalfa by species of *Pythium* in relation to soil moisture. Phytopathology 80:1317-1322.

22. **HANDELSMAN, J.; RAFFEL, S.; MESTER, E.H.; WUNDERLICH, L.; GRAU, C.R.** 1990. Biological control of damping-off of alfalfa seedling with *Bacillus cereus* UW85. Appl. Environ. Microbiol. 56:713-718.

23. **HARMAN, G.E.; STASZ T.E.** 1986. Influence of seed quality on soil microbes and seed rots. p. 11-37. **In:** S.H. West (ed.). Physiological-pathological interactions affecting seed deterioration. CSSA Special Publication No. 12. CSSA, Madison, WI.

24. **HARRIS, W.** 1990. Pastures as an ecosystem. p. 75-131. **In:** R.H.M. Langer (ED.). Pastures, their ecology and management. Oxford Univ. Press, Auckland.

25. **HENDRIX, F.F.; CAMPBELL, W.A.** 1973. Pythiums as plant pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 11:77-89.

26. **HENSON, P.R.** 1962. Breeding for resistance to crown and root rots in birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. Crop Sci. 2:429-432.

27 **HIJANO, E.H.; PEREZ FERNANDEZ, J.** 1995. Enfermedades de la alfalfa. p. 125-146. **In:** E.H. Hijano; A. Navarro (ed.). La Alfalfa en la Argentina. Subprograma Alfalfa. INTA C.R. Cuyo. Agro de Cuyo. Manuales 11.

28. **IRWIN, J.A.** 1989. Diseases of pasture legumes in Australia. p. 465-478. **In:** G.C.

Marten *et al.* (ed.). Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. ASA, Madison, WI.

29. **JONES, C.R.; SAMAC, D.A.** 1994. Biocontrol of alfalfa seedling damping-off with a suppressive strain of *Streptomyces*. Phytopathology 84:1158. (Abstr.).

30. **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. (Sin defender).

31. **JUAN, N.A.; ROMERO, L.A.; BRUNO, O.A.** 1995. Conservación del forraje de alfalfa. p. 173-192. **In:** E.H. Hijano; A. Navarro (ed.). La Alfalfa en la Argentina. Subprograma Alfalfa. INTA C.R. Cuyo. Agro de Cuyo. Manuales 11.

32. **KILPATRICK, R.A.; HANSON, E.W.; DICKSON, J.G.** 1954. Root and crown rots of red clover in Wisconsin and the relative prevalence of associated fungi. Phytopathology 44:252-259.

33. **KLOSTERMEYER, E.C.; MENZIES, J.D.** 1951. Insect transmission of alfalfa witches' broom virus to other legumes. Phytopathology 41:456-458.

34. **LEATH, K.T.** 1981. Pest management systems for alfalfa diseases. p. 293-315. **In:** D. Pimentel (ed.). Handbook of pest management in agriculture. Vol. III. CRC Press, Boca Raton, FL.

35. **LEATH, K.T.** 1985. General diseases. p. 205-233. **In:** N.L. Taylor (ed.). Clover science and technology. Agron. Monogr. 25. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

36. **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.

37. **LEATH, K.T.; ERWIN, D.C.; GRIFFIN, G.D.** 1988. Diseases and nematodes. p. 621-670. **In:** A.A. Hanson *et al.* (ed.). Alfalfa and alfalfa improvement. Agron. Monogr. 29. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

38. **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. 64 pp.

39. **LEATH, K.T.; LUKEZIC, F.L.; PENNYPACKER, B.W.; KENDALL, W.A.** 1987. Synergistic and antagonistic interactions of bacteria and fungi on roots of forage legumes. p. 29. **In:** Proc. 20th Cent. Alfalfa Improv. Conf. Madison, WI. (Abstr.).

40. **LOCKWOOD, J.L.** 1977. Fungistasis in soils. Biol. Rev. 52:1-43.

41 **LOCKWOOD, J.L.** 1988. Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. 26:93-121.

42. **MARTEN, G.C.; MATCHES, A.G.; BARNES, R.F.; BROUGHAM, R.W.; CLEMENTS, R.J.; SHEATH, G.W.** (ED.). 1989. Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. ASA, Madison, WI.

43. **NEEGARD, P.** 1979. Seed pathology. Macmillan Press, London. 839 pp.

44. **NELSON, E.B.** 1990. Exudate molecules initiating fungal responses to seeds and roots. Plant and Soil 129:61-73.

45. **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.

46. **RUBIO, P.** 1995. Relevamiento de hongos asociados a la semilla de lotus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Fac. de Agronomía. (Sin defender).

47. **RUFELT, S.** 1986. Studies on *Fusarium* root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Plant Protection Reports, Dissertation 10. Swedish Univ. of Agric. Sci.

48. **SHEATH, G.W.; POTTINGER, R.P.; CORNFORTH, I.S.** 1989. Informe de los consultores sobre la estabilidad de las pasturas en el Uruguay. Revista Plan Agropecuario. Suplemento especial. Julio 1989.

49. **SINHA, R.C.** 1974. Purification of mycoplasma-like organisms from China aster plants affected with clover phyllody. Phytopathology 64:1156-1158.

50. **SMITH, R.R.** 1985. Breeding for pest resistance in red clover. p. 94-104. **In:** EUCARPIA. New methods, techniques and applications in fodder crop breeding. Meeting of the fodder crops section. 16-19 Sep., 1985, Svalov.

51. **STANGHELLINI, M.E.** 1974. Spore germination, growth and survival of *Pythium* in soil. p. 211-214. **In:** Proc. Am. Phytopathol. Soc. 1.

52. **STEWART, S.; ALTIER, N.** 1993. A flower blight on birdsfoot trefoil. Lotus Newsletter 24:27.

53. **STEWART, S.; FORMOSO, F.; ALTIER, N.** 1994. A flower blight of birdsfoot trefoil, caused by *Colletotrichum acutatum*. p. 210-211. **In:** P.R. Beuselinck; C.A. Roberts (ed.). Proc. First Intern. *Lotus* Symposium, 22-24 March, 1994, St. Louis, MO. Univ. Missouri, Columbia Pub.

54. **STUTEVILLE, D.L.; ERWIN, D.L.** (ED.). 1990. Compendium of alfalfa diseases. 2nd ed. APS Press, St. Paul, MN. 84 pp.

55. **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.

56. **TOWNSHEND, J.L.; POTTER, J.W.** 1976. Evaluation of forage legumes, grasses, and cereals as hosts of forage nematodes. Nematologica 22:196-201.

57. **VIANDS, D.R.; EHLKE, N.J.; PAPADOPOULOS, Y.A.; SMITH, R.R.** 1994. Cooperative project to develop birdsfoot trefoil with multiple resistance. Lotus Newsletter 25:45-46.

58. **WATSON, R.N.; SKIPP, R.A.; BARRAT, B.I.P.** 1989. Initiatives in pest and disease control in New Zealand towards improving legume production and persistence. p. 441-463. **In:** G.C. Marten *et al.* (ed.). Persistence of forage legumes. Proc. Trilateral Workshop, Hawaii, 1988. ASA, Madison, WI.

59. **WILLIS, C.B.** 1981. Reaction of five forage legumes to *Meloidogyne hapla*. Plant Dis. 65:149-150.

60. **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.

61. **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.