

La lepra o tumor de la



1 Desarrollo de tumores en hoja.

Las condiciones especiales en las que se desarrolla la remolacha azucarera de siembra otoñal tienen importantes repercusiones sobre la sanidad del cultivo, teniendo la lepra de la remolacha una alta incidencia en las plantaciones de zonas remolacheras de siembra otoñal en los últimos años. En este artículo se detallan los síntomas, daños y métodos de control cultural y químico de esta enfermedad.

Juan A. Navas Cortés^{1,2},
Rafael Jordán Ramírez¹ y
Rafael M. Jiménez Díaz^{1,2}.

¹ Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC.

² Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

remolacha azucarera de siembra otoñal

Una enfermedad de creciente importancia en las siembras del suroeste de España

El cultivo de remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) en España se distribuye en tres amplias zonas de la Península: norte, centro y sur. En las zonas norte y centro, la remolacha se siembra en primavera, mientras que en la zona sur se hace en otoño. Además del sur de la Península Ibérica, la siembra otoñal de la remolacha es propia de ciertas áreas de América del Sur y de la cuenca mediterránea. Esta modalidad de siembra supone modificar el ciclo productivo del cultivo de remolacha azucarera, ya que determina que la planta desarrolle su ciclo vegetativo durante el invierno y primavera, completando su ciclo productivo antes de que las altas

temperaturas del verano interfieran con su potencial productivo.

Las condiciones especiales en las que se desarrolla la remolacha azucarera de siembra otoñal tienen importantes repercusiones sobre la sanidad del cultivo, de manera que las características de ésta difieren en muchos aspectos de las del cultivo de siembra primaveral. Así, en las zonas norte y centro de España las principales enfermedades que afectan al sistema radical de la remolacha son la podredumbre parda causada por el hongo *Rhizoctonia solani* y la rizomanía, causada por el virus del amarilleamiento necrótico de las nervaduras de la remolacha (BNYVV). En cambio, en la zona sur las en-

fermedades más importantes y limitantes del cultivo son la podredumbre blanca o mal del esclerocio, causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*, y la lepra o tumor, causada por el hongo *Physoderma (Urophlyctis) leproides*.

La lepra de la remolacha, causada por *P. leproides*, se desarrolla sobre hojas y pecíolos y, fundamentalmente, afecta a la raíz de la planta. En España, los ataques de lepra se conocen desde muy antiguo pero, por razones no conocidas, dichos ataques tenían lugar en la zona sur, especialmente en la provincia de Cádiz, y de forma más ocasional en Sevilla y Córdoba (Mateo-Sagasta, 1996). Sin embargo, en los últimos años, la incidencia de esta

enfermedad ha aumentado considerablemente en todas las zonas remolacheras de siembra otoñal. En este sentido, prospecciones fitopatológicas realizadas por Aimcra indican que la lepra afecta a entre el 16 y 46% de los campos de remolacha inspeccionados (Aimcra, 2000; 2002). Por ello, la lepra puede considerarse como una enfermedad re-emergente, de creciente importancia y expansión en los cultivos de remolacha azucarera del suroeste de España.

Desarrollo de la lepra de la remolacha azucarera

El desconocimiento existente de la ecología de *P. leproides* y la epidemiología de la lepra han dificultado en gran manera el desarrollo de medidas de control suficientemente efectivas contra esta enfermedad. Por ello, desde el año 2000 hemos llevado a cabo una serie de investigaciones dirigidas a determinar la dinámica temporal de la enfermedad, entre otros aspectos epidemiológicos. Durante las campañas agrícolas 2001-02 y 2002-03, se llevaron a cabo investigaciones en condiciones de campo en parcelas con diferentes variedades comerciales de remolacha, en localidades de las zonas centro y sur de la provincia de Sevilla. En dichas parcelas se realizaron observaciones planta a planta sobre el desarrollo de síntomas en sus diferentes órganos, a intervalos de dos a cuatro semanas durante todo el ciclo del cultivo.

Síntomas de la enfermedad

La infección por *P. leproides* produce un crecimiento y multiplicación anómalos (hiperplasia) en las células de la planta infectada que dan como resultado deformaciones, tumores o agallas. Los tumores se desarrollan en las hojas y pecíolos, son de forma más o menos esférica y coloración blanca o verdosa, que tornan a rosada o rojiza; inicialmente son pequeños pero pueden fusionarse y ocupar gran parte de



Tumores en la corona de la raíz.

la superficie foliar, provocando el colapso de la hoja (foto 1). Los síntomas más destacables aparecen no obstante en la corona de la raíz, y consisten en masas de células tumorales que pueden llegar a medir en casos extremos más de 15 cm de diámetro (fotos 2 y 3). En ambos casos, hojas o corona, la sección del tumor revela una masa blanquecina de textura carnosa en la que destacan pequeños huecos o vesículas oscuras donde se alojan agrupaciones de esporangios del hongo.

Estas agrupaciones de tejido fúngico se muestran como puntaduras marrones a negras de aproximadamente 0,5 - 1 mm de diámetro. La descomposición del tumor libera los esporangios en el suelo facilitando la expansión de la enfermedad y la supervivencia del patógeno (Ruppel, 1995; Whitney, 1971). Las estructuras de supervivencia del hongo germinan y sólo trascurrido un período de reposo, que se ha estimado en al menos un año, producen zoosporas móviles mediante flagelos, que son capaces de extenderse y causar infecciones en las plantas cercanas (Mahmoody et al., 1997). De acuerdo con esta información, estas estructuras de resistencia no resultan efectivas en causar enfermedad hasta la estación de cultivo siguiente,

en la que actuarían como inóculo primario para nuevas epidemias, pudiendo permanecer viables durante varios años.

Infección de las plantas

En las condiciones del cultivo de siembra otoñal del sur de España, la infección de plantas de remolacha por *P. leproides* se puede producir desde el comienzo del invierno hasta el comienzo de la primavera, coincidiendo con los primeros estadios de desarrollo del cultivo. Nuestros estudios indican que el período mínimo para que pueda producirse la infección y desarrollo de síntomas es de unos veinte días (Jordán Ramírez, 2002). Estos resultados corroboran la información existente en la bibliografía fitopatológica, en la que *P. leproides* es considerado un hongo de zonas de clima templado; no obstante, la ocurrencia de esta enfermedad en varias provincias andaluzas demuestra, además de que la enfermedad se desarrolla en climas cálidos, la capacidad del patógeno de sobrevivir con elevadas temperaturas veraniegas (Mateo-Sagasta, 1996).

En las dos estaciones de cultivo evaluadas en nuestras investigaciones, los primeros síntomas de lepra se observaron al final del invierno en las hojas de la

planta, preferentemente en las hojas inferiores más cercanas al suelo, que ocasionalmente pueden provocar la muerte temprana de la planta. Posteriormente, las hojas sintomáticas se necrosan y caen al emerger las nuevas hojas desde el interior de la roseta y desplazar a las primeras, apareciendo en primavera tumores en la corona radical de las plantas cuyo tamaño aumenta progresivamente durante primavera y comienzo de verano. Sin embargo, las plantas con infección foliar en invierno no dan lugar necesariamente a plantas afectadas en corona en primavera.

Los resultados obtenidos indican que para el conjunto de cultivos y localidades en el estudio, entre el 35 y 51% de las plantas desarrollaron síntomas en hoja pero no desarrollan tumor en corona; entre el 8 y 38% de las plantas que no mostraron tumores en las hojas en invierno presentaron tumores en corona; y entre el 26 y 41% de las plantas estudiadas mostraron tumores tanto en las hojas en invierno como en la corona en primavera. Además, entre el 21 y 34% del total de plantas sintomáticas murieron durante el cultivo a consecuencia de la infección por *P. leproides* (foto 4) (Jordán Ramírez et al., 2004a).

Incidencia estacional de la enfermedad

Para el conjunto de cultivares de remolacha y localidades estudiadas, la incidencia de lepra fue máxima en el mes de enero, en que se alcanzaron los mayores niveles de infección en hoja, y dicha incidencia decreció drásticamente en febrero y comienzo de marzo asociada con la necrosis y caída de las hojas con tumores. A partir de mediados de marzo, y hasta la recolección en julio, se observó el desarrollo de tumores en la corona de la raíz, cuya incidencia aumentó de forma progresiva hasta alcanzar niveles similares a los máximos de infección foliar observados en el mes de enero. En general, la distribución espacial de las plantas con síntomas de lepra mostró un patrón no aleatorio, existiendo áreas en las parcelas con desigual nivel de incidencia de enfermedad y una mayor incidencia asociada con las líneas de siembra. Nuestras observaciones sugieren que no tiene lugar el desarrollo de ciclos secundarios de infección (figura 1) (Jordán Ramírez *et al.*, 2004b; Navas Cortés *et al.*, 2005).

Importancia de las condiciones ambientales en el desarrollo

En general, la lepra está considerada como una enfermedad cuya incidencia y severidad en cultivos de remolacha es muy de-



Planta adulta muerta por ataque de *P. leproides*.

pendiente de las condiciones ambientales; está asociada preferentemente a las zonas bajas de las parcelas en que se acumula mayor humedad, suelos pesados con mal drenaje o años con elevada pluviometría. En este sentido, investigaciones realizadas en Irán indican que la incidencia de lepra es cuatro veces superior en cultivos de remolacha que reciben un riego superior al necesario para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo (Mahmody *et al.*, 1997). En nuestras investigaciones, la desigual distribución espacial de plantas enfermas estuvo asociada a zonas de las parcelas con mayor contenido de humedad en el suelo o zonas que permanecieron encharcadas por algún tiempo al comienzo de la estación de cultivo. Así, los valores de humedad gravimétrica medidos en las parcelas de estudio estuvieron positiva y significativamente correlacionados con los valores de incidencia de enfermedad.

Pérdidas de producción y calidad en el producto

Tradicionalmente, la lepra ha sido

considerada una enfermedad menor; sin embargo, diversos estudios demuestran que esta enfermedad puede ocasionar importantes pérdidas en rendimiento y calidad tecnológica-industrial. Así, las raíces afectadas por *P. leproides* pueden tener una pérdida de peso que puede oscilar entre el 8 y 50% en caso de infecciones severas. Las raíces infectadas presentan además una reducción en el contenido de azúcar entre el 8 y 18% respecto a raíces de plantas sanas (Aimcra, 1997; Castillo López, 1990; Mahmody *et al.*, 1997). Por otro lado, la raíz de remolacha de plantas enfermas dificulta el proceso industrial de extracción de azúcar, ya que presenta un valor tecnológico-industrial bajo, lo que aconseja el procesado controlado y separado de las partidas de remolacha afectada por el efecto negativo de éstas sobre el total de remolacha sana (Azucarera Ebro, 1998).

Estrategias de control de la lepra

En función de la información disponible en la literatura fitopatológica y la generada en nuestras investigaciones, un control eficiente de la enfermedad requiere la aplicación integrada de diversas medidas de control que,

aunque parcialmente eficientes de forma individual, permitan un control adecuado al ser aplicadas de forma conjunta.

Elección del lugar de plantación y prácticas de cultivo

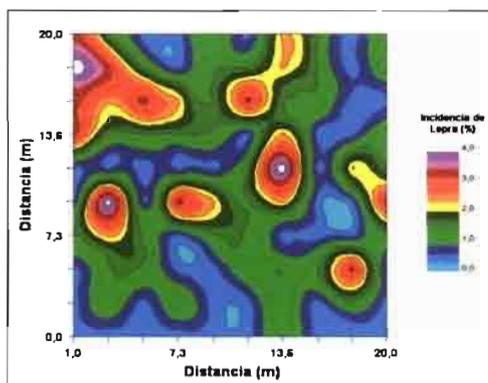
Nuestros resultados indican que el desarrollo de epidemias de lepra puede reflejar en gran medida la distribución de las estructuras de resistencia del patógeno en el suelo en el momento de la siembra, por lo que las estrategias para el control de la enfermedad deben ir dirigidas preferentemente a la reducción del inóculo inicial y/o la eficacia de éste en causar infección.

En parcelas con plantas afectadas es recomendable retirar y eliminar los tumores y restos de plantas enfermas en los que el hongo puede sobrevivir. Además, se debe evitar el uso de suelos con historia de la enfermedad que pueden contener las estructuras de supervivencia del patógeno.

En particular deben evitarse suelos pesados, encharcables o mal drenados, en los que la acumulación de humedad facilite el crecimiento y dispersión del patógeno. En consecuencia, todas aquellas prácticas de cultivo que faciliten el drenaje y aireación del suelo contribuirán al control de la enfermedad. En este sentido, investigaciones que hemos realizado en colaboración con Aimcra indican que la labor de subsolado previa a la siembra puede reducir la incidencia de lepra. Así, en parcelas con labor de subsolado la incidencia de enfermedad fue del 5,4%, significativamente inferior al 14,4% estimado en las parcelas sin labor de subsolado. No obstante, la labor de subsolado no influyó sobre la severidad de la enfermedad ya que el tamaño del tumor desarrollado en la corona de la raíz fue similar para ambos tratamientos (Aimcra, 2004). Otra práctica de cultivo que puede influir sobre el desarrollo de la lepra es la fecha de siembra. El retraso de la fecha de siembra al mes de enero permite disminuir la incidencia de la enfermedad; no obstante, la efi-

FIGURA 1

Distribución espacial de incidencia de síntomas de lepra en un campo de remolacha azucarera.



cacia de esta medida de control es muy dependiente de la cuantía y distribución de lluvias durante el invierno, y además puede obligar a un retraso en la recolección para alcanzar niveles adecuados de producción y contenido en azúcar (Aimcra, 2003; Jordán Ramírez, 2002).

Utilización de cultivares resistentes

Las investigaciones realizadas para determinar los niveles de resistencia a *P. leproides* de cultivares de remolacha de interés comercial indican que, por el momento, no existen cultivares resistentes a *P. Leproides*, si bien se han observado niveles moderados de enfermedad en algunos de ellos (Aimcra, 2000). Hay que indicar que de acuerdo a nuestro conocimiento, el desarrollo de cultivares resistentes a *P. leproides* no suele estar incluido en los programas de obtención de cultivares comerciales de remolacha.

Control químico con fungicidas

Nuestros resultados sobre el desarrollo de lepra sugieren que las infecciones foliares por *P. leproides* que tienen lugar en invierno pueden indicar riesgo de infecciones en la corona de la raíz en primavera. Por ello, la aplicación de fungicidas que protejan o erradiquen la infección en invierno puede contribuir a un control eficiente de la enfermedad. En este sentido, se están realizando avances en el desarrollo de una estrategia de control mediante diversas materias activas fungicidas; está en fase de investigación el determinar el período y número óptimo de aplicaciones (Aimcra, 2004). ■

Agradecimientos

Los autores son miembros del grupo de investigación AGR136 "Sanidad Vegetal" del Plan Andaluz de Investigación. Las investigaciones de los autores referidas en este artículo han sido financiadas por los proyectos AGL2002-01418 y AGL2005-00751 y han contado con el apoyo científico-técnico de Aimcra. Los autores expresan además su agradecimiento a los agricultores en cuyas explotaciones agrícolas se han desarrollado las investigaciones.

Bibliografía

- Aimcra 1997. Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1996/97. Siembra otoño 1995, zona sur. Aimcra, pp. 216-219.
- Aimcra 2000. Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 1999/00. Siembra otoño 1998, zona sur. Aimcra, pp. 184-194.
- Aimcra 2002. Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 2001/02. Siembra otoño 2000, zona sur. Aimcra, pp. 122-127.
- Aimcra 2003. Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 2002/03. Siembra otoño 2001, zona sur. Aimcra, pp. 108-113.
- Aimcra 2004. Memoria de los trabajos efectuados en la campaña 2003/04. Siembra otoño 2002, zona sur. Aimcra, 139-145.
- Azucarera Ebro, Departamento de Investigación y Desarrollo, 1998. Análisis de las propiedades químicas, microbiológicas y tecnológicas de remolacha afectada por esclerocio y lepra, respectivamente. Barcelona, 31 pp.
- Castillo López, R. 1990. Algunas enfermedades de la remolacha de siembra otoñal. En: Jornadas de remolacha de siembra otoñal. Octubre 1990, Jerez de la Frontera, Cádiz.
- Jordán Ramírez, R., Jiménez Díaz, y Navas Cortés, J.A. 2004a. Desarrollo sintomatológico de la lepra (*Physoderma leproides*) de la remolacha azucarera de siembra otoñal. Actas del XII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Septiembre 2004, Gerona.
- Jordán Ramírez, R., Jiménez Díaz, y Navas Cortés, J.A. 2004b. Dinámica espacio-temporal de epidemias de lepra (*Physoderma leproides*) en remolacha azucarera de siembra otoñal. Actas del XII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Septiembre 2004, Gerona.
- Mahmoody, B., Minassian, V., y Alizadeh, A. 1997. Life cycle of *Urophlyctis leproides*, causal agent of sugar beet leaf and crown wart and the effect of irrigation on disease incidence in Khuzestan province. Iranian Journal of Plant Pathology 33:24-27.
- Mateo Sagasta, E. 1996. Micosis foliares: necrosis, agallas y podredumbres. Pags: 885-894, en: Patología Vegetal, tomo II. G. Yacer, M.M. López, A. Traperó y A. Bello, eds. Phytoma España, SEF.
- Navas Cortés, J.A., Jordán Ramírez, R., y Jiménez Díaz, R.M. 2005. Spatial pattern and temporal dynamics of Beet tumor (*Physoderma leproides*) in fall sown sugarbeet crops in Southern Spain, Proceedings of the 9th International Workshop on Plant Disease Epidemiology, Abril 2005, Landernau, Francia.
- Ruppel, E.G., 1995. Beet tumor, or grown wart. Pags. 16-17, en: Compendium of Beet Diseases and Insects. E.D. Whitney y J.E. Duffs. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, EE.UU.
- Withney, E.D. 1971. The first confirmable occurrence of *Urophlyctis leproides* on sugarbeet in North America. Plant Disease Reporter 55:30-32.



Gradas y Fresas rotativas

LA MÁS AMPLIA GAMA DE APEROS PARA EL TRABAJO DEL SUELO



Gama de Fresas rotativas

Con más de 40 modelos diferentes, en versiones fijas y plegables y anchuras de trabajo desde 1,05 hasta 6 metros, la gama de fresa rotativas Celli es de las más amplias del mercado.



Gama de Gradas rotativas

Más de 15 modelos diferentes, con anchuras de trabajo desde 2,5 hasta 7 metros en versiones fijas y plegables. Cajas de transmisión de una, dos y cuatro velocidades según versiones.

CELLI ES UNA MARCA COMERCIALIZADA POR COMECA Y SU RED DE CONCESIONARIOS



Comercial de Mecanización Agrícola, s.a.
Polígono Industrial "El Balconcillo".
Calle Lepanto, 10.
19004 Guadalajara (España).
Tel.: 949 20 82 10. Fax: 949 20 30 17
E-mail: comecca@comecca.es
www.comecca.es