

La Roya Negra (*Puccinia helianthi*) del girasol

NOTA TÉCNICA

Carlos Pérez*

IMPORTANCIA

El girasol presenta una serie de enfermedades de origen infeccioso, en su mayoría causadas por hongos, siendo hospedero de más de 35 microorganismos fitopatógenos. La importancia relativa de las mismas varía anualmente, según factores biológicos (grado de resistencia de los cultivares utilizados, razas prevalentes y presión de inóculo del patógeno) y ambientales (climáticos y de manejo)¹³.

La roya negra (*Puccinia helianthi*) es considerada la principal enfermedad del girasol en el Uruguay, donde anualmente ocurren epifitias importantes a partir de enero, por lo que las siembras tardías y «de segunda» son afectadas durante la mayor parte de su ciclo. Afecta principalmente al follaje, pero en infecciones severas también puede atacar peciolo, brácteas del capítulo y tallo, es más abundante en hojas más viejas y principalmente en el envés^{10, 13, 16}.

Se han reportado reducciones en los rendimientos y en la calidad de la semilla, debido a infecciones de roya, por disminución del peso hectolítrico, el tamaño del grano, relación pepita:cáscara¹⁹.

En un análisis de 3 años (1969-1972) llevado a cabo en Argentina, se concluyó que la infección de roya es responsable del 42% y 70% de la variación del rendimiento en siembras tempranas (octubre) y tardías (diciembre), respectivamente. En el mismo análisis se determinó que para cada incremento de 10% de infección de roya negra, correspondió una disminución del rendimiento de 3,6% y 8,4% en épocas de siembras tempranas y tardías respectivamente¹³.

Perea (1975) confirmando lo dicho anteriormente, afirma que siembras de principio a mediados de diciembre, resultan en un 25% más de infección de roya negra que siembras de octubre, lo que contribuye a que los rendimientos sean inferiores.

En La Estanzuela (Departamento de Colonia), en un ensayo de evaluación de daños, con el cultivar Guayacán INTA (muy susceptible), en siembra tardía con

tratamientos fungicidas periódicos se encontró un incremento significativo del 30% en rendimiento de grano/ha y de 36% en rendimiento de aceite/ha, frente al testigo sin fungicida¹³.

En el Cuadro 1 se exponen los resultados obtenidos en Argentina en el estudio del efecto de la roya negra sobre los componentes del rendimiento, en girasol sembrado en época tardía (16 de diciembre),

donde se comparó un testigo (infección natural) contra uno protegido (con aplicaciones semanales de Triforine. Las lecturas fueron realizadas a fin de floración.

Se encontró un efecto significativo de la roya negra, sobre todos los componentes analizados, a pesar de que no se logró eliminar la enfermedad en las parcelas protegidas con el fungicida.

Cuadro 1: Efecto de la roya negra sobre los componentes del rendimiento en girasol.

	% de hoja con pústulas	% aceite	Rend. grano (kg/ha)	Rend. aceite (kg/ha)
Testigo	30	41,5 a	1909 a	792 a
Protegido	14	43,5 b	2158 b	938 b

Medias seguidas de distinta letra en vertical, difieren significativamente al 5%.

Fuente: Ivancovich *et al*, 1985.

En la Evaluación Oficial de Cultivares llevada a cabo por INIA, consistentemente a lo largo de los años las infecciones de royas son mayores en siembras tardías y de mayor intensidad en la localidad de Young, en relación a La Estanzuela.

La información nacional actualizada es realmente escasa respecto a la influencia que tiene la roya negra sobre el rendimiento de los cultivares en comercialización.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas se manifiestan como pequeñas pústulas de color marrón oscuro (uredosoros) en el envés de las hojas (Figura 1). En ataques graves aquellas ocupan casi todo el limbo de la hoja, produciendo su muerte. Las pústulas pueden encontrarse en el peciolo, brácteas y, en ca-

vos excepcionales, en el tallo⁹.

Las pústulas ocurren primero en las hojas inferiores y posteriormente en las superiores, desarrollándose en ambas caras, tanto en el envés como en el haz de la hoja. Las mismas pueden o no estar rodeadas de un halo clorótico, dependiendo de la susceptibilidad del cultivar. En cultivares altamente resistentes no hay aparición de pústulas y sólo se pueden observar pequeños puntos necróticos o cloróticos en el lugar de infección¹⁹.

Dichas pústulas contienen urediosporas unicelulares, comúnmente llamadas esporas estivales. Las urediosporas son fácilmente separadas de las pústulas y pueden ser diseminadas por el viento a grandes distancias. Hojas infectadas pueden marchitarse debido a la pérdida de agua a través de la superficie foliar dañada^{7, 19}.

*Ing. Agr., Fitopatología. E.E.M.A.C.



Figura 1: Pústulas de roya negra en el envés de la hoja de girasol.

Bajo condiciones climáticas frías, las pústulas urediales se tornan pústulas teliales de color marrón oscuro o negro. Estas pústulas contienen teliosporas bicelulares, que son las estructuras invernales del hongo, con paredes más gruesas y más resistentes. Una característica de estas esporas es que no son fácilmente separables de la hoja^{7,9,10,19}.

CICLO DE LA ENFERMEDAD

El organismo causal de la roya negra es *Puccinia helianthi*, es autoica ya que desarrolla completamente su ciclo en el girasol, y puede infectar sólo a especies del género *Helianthus*¹⁷.

Las teliosporas son generalmente las únicas estructuras capaces de sobrevivir el invierno, sin embargo, las urediosporas pueden sobrevivir en regiones con inviernos moderados. El hongo también puede invernar como micelio en girasoles silvestres o girasoles espontáneos^{12,19}.

Las teliosporas pueden separarse del follaje seco del girasol durante la cosecha y adherirse a la semilla o permanecer en el rastrojo y en el suelo. Estas esporas son de larga vida y pueden germinar en años subsiguientes cuando la semilla sea sembrada. Las teliosporas normalmente exhiben un período de dormancia variable, dependiendo de las condiciones de almacenamiento de la semilla, las condiciones de la planta en las cuales fue producida y del momento de cosecha¹⁹.

Temprano en la primavera, las teliosporas germinan produciendo basidiosporas, las cuales infectan al cultivo de girasol. Los primeros signos de di-

cha infección son pústulas aciales amarillo-anaranjadas, tanto en el haz como en el envés. En dichas pústulas se encuentran las aciosporas que son diseminadas por el viento a otras plantas o a otras hojas de la misma planta, para iniciar la infección uredial⁷.

Las condiciones favorables para la infección son: agua libre en las hojas, ya sea de lluvia o rocío, y temperaturas cálidas. Un mínimo de sólo 2 horas de hoja mojada es suficiente para la infección, aunque el máximo número de infección se da cuando la hoja permanece mojada por 6 a 8 horas^{7,17,19}.

Las urediosporas pueden germinar e infectar en un amplio rango de temperaturas nocturnas (de 12,7 a 29,4 °C) (7), siendo las temperaturas óptimas: 24 °C diurna y 18 °C nocturna (Sood *et al.*, 1966 y Traversi, 1949; citados por Luciano y Davreux⁹). Luego de la germinación, el hongo penetra en la planta a través de los estomas, para luego colonizar los tejidos¹⁷.

Cuando la temperatura baja a 10°C por un período extenso, las pústulas urediales son estimuladas a cambiar a pústulas teliales. Una vez que la pústula uredial cambia a pústula telial, no puede revertir su estado uredial, y por lo tanto, las infecciones de roya por esa estación han finalizado⁷.

FACTORES QUE AFECTAN LA SEVERIDAD DE LA ROYA Y LAS PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO

Para efectivizar las distintas estrategias de control de la enfermedad, es necesario comprender los factores que influyen so-

bre la severidad de la roya y las subsiguientes pérdidas en el rendimiento. Algunos de estos factores como la elección del híbrido y la elección de la época de siembra, son relativamente controlables, mientras que otras como el clima y la temperatura de infección, están más allá del control directo.

El clima tiene un profundo efecto sobre el proceso de infección inicial y sobre la velocidad con la cual la epifitias progresa. A la vez que temperaturas nocturnas se incrementan, las esporas de la roya pueden infectar más rápidamente. Con períodos de hoja mojada prolongados, la germinación y la capacidad de infección, aumentan⁷.

A 25°C, más del 90% de las esporas germinaron si la hoja permaneció mojada por 3 horas, mientras que a 20°C, fueron necesarias 8 horas de hoja mojada para alcanzar dicho porcentaje⁷.

Una vez que el hongo penetra en el tejido de la planta, sólo la temperatura tiene importancia sobre el crecimiento; la lluvia o el rocío ya no tienen efecto^{7,17}.

Bajo clima fresco (18°C diurno / 12,7°C nocturno) al hongo le lleva 14 días desde el momento de infección hasta la primera pústula uredial y la producción de esporas para la segunda infección. Con climas más cálidos (29,5°C diurno / 23°C nocturno) el ciclo se cumple en sólo 8 días. Con estas temperaturas el hongo produce más cantidad de esporas y de mayor tamaño, un 80% más de esporas pueden ser producidas⁷.

También es muy crítico el momento en que se da la infección primaria en el desarrollo de la enfermedad, debido básicamente a tres factores: a) las infecciones primarias obviamente tienen más tiempo para producir repetidas infecciones. En el hemisferio norte, se reportó que cuando la roya comienza el 15 de junio, puede producir 10 o 11 cultivos de esporas sucesivos, comparado con sólo 4 o 5 si la roya comienza el 15 de agosto; b) las infecciones tienen un mayor efecto sobre las plantas en prefloración que sobre plantas más viejas. En experimentos bajo invernáculo, las plantas infectadas antes de floración, sufrieron pérdidas del rendimiento del 40% comparado con sólo el 10% de disminución en el rendimiento cuando fueron infectadas 2 semanas posfloración; c) en términos generales, las plantas más jóvenes tienen mayor susceptibilidad a roya que plantas maduras⁷.

Mientras que según Erenmeyera y Karakulin (citados por¹⁷), los cultivos son atacados muy poco hasta la formación del botón floral, siendo más susceptibles des-

de la floración hasta un máximo en la madurez.

Bailey (citado por ¹⁷), reportó a la luz como un factor con gran influencia sobre el desarrollo de la roya, pues cuando aquella es poca, aumenta el período de incubación (período que va desde el comienzo de la infección hasta la aparición del primer síntoma).

MANEJO DE LA ENFERMEDAD

La elección del cultivar a sembrar es probablemente una de las más efectivas medidas de control de la roya. La resistencia genética a la roya negra del girasol es raza específica. Un cultivar en particular puede ser registrado como totalmente resistente (para una o más razas), pero puede ser infectado con mayor o menor severidad por otras razas⁷.

Han sido identificadas cinco razas de roya en Norte América, la raza predominante puede cambiar de un año a otro, así como de una localidad a otra. La mayoría de los cultivares comerciales de North Dakota tienen buenos niveles de resistencia a la raza 3. A su vez, ningún cultivar es resistente a la raza 4, así como tampoco hay cultivares con resistencia a todas las razas⁷.

Puccinia helianthi completa su ciclo sexual anualmente, por lo que existen oportunidades de generación de variabilidad patogénica, y por lo tanto, de desarrollo de nuevas razas (Zimmer y Zimmerman citados por Zimmer y Hoes¹⁹).

Importantes fuentes de resistencia a roya están identificadas y los genes R_1 y R_2 han sido ampliamente usados para desarrollar cultivares resistentes (Putt y Sackston citados por ¹⁹). A su vez, se han encontrado razas capaces de atacar cultivares con los genes R_1 y R_2 (Zimmer y Fick citados por Zimmer y Hoes¹⁹) y como estos cultivares han sido utilizados en grandes extensiones, las razas que lo atacan es esperable que tengan una ventaja patogénica selectiva y por consiguiente se vuelvan predominantes¹⁹.

El primer cultivar resistente creado en Uruguay fue Estanzuela 60, a partir del cruzamiento de Estanzuela 30 con el primer cultivar probadamente resistente en el mundo (Beacon, de Canadá); también en Argentina se crearon diversos cultivares resistentes¹⁰.

Sin embargo, los cambios de razas prevalentes del patógeno, detectados en los últimos 20 años, al modificar la reacción varietal, tanto en Argentina^{1, 15}, como en nuestro país¹⁴, crearon serios problemas al mejoramiento. Así, Estanzuela 75 y

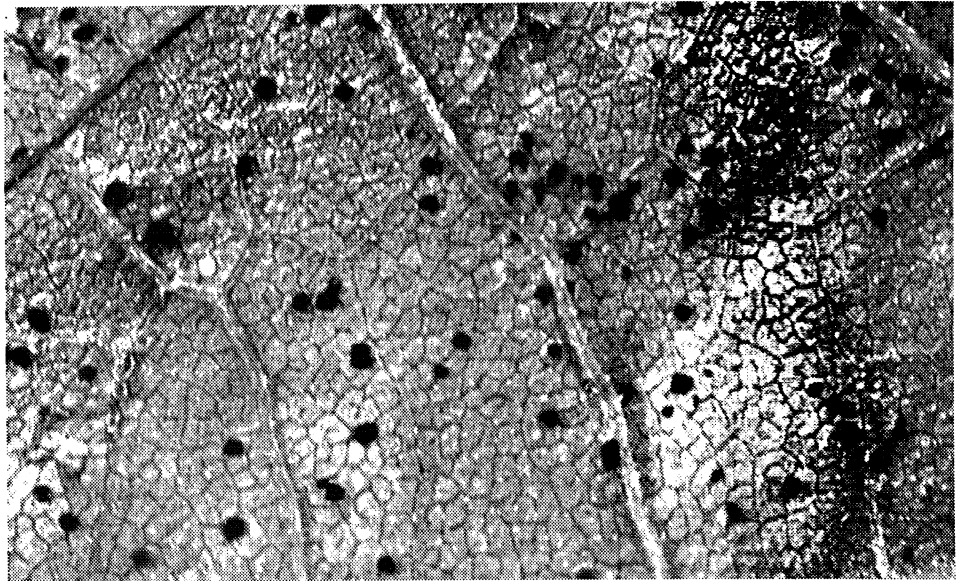


Figura 2: Detalle de pústulas de roya negra

Estanzuela Yatay, liberados como cultivares de comportamiento aceptable⁵, se tornaron paulatinamente más y más susceptibles¹¹.

Otra medida de control eficiente es la época de siembra, generalmente en siembras tempranas los niveles de infección son menores en las etapas más sensibles del cultivo (formación del capítulo y floración), que en siembras más tardías. En estas últimas, el ataque es más intenso porque el patógeno encuentra tejidos más tiernos, de fácil penetración y las condiciones ambientales prevalentes son más favorables para su desarrollo^{2, 6, 9}.

En 1982/83, en el INIA La Estanzuela¹¹, los ensayos varietales de siembra normal tuvieron una infección promedio del orden del 5%, frente a un 35% en siembras muy tardías, evaluadas al estado de grano lechoso-pastoso. Mientras que en 1994/95, en la localidad de Young en los ensayos varietales, al estado de R8, las lecturas fueron de 2,5% y 23,1% de infección para siembras de mediados de octubre y mediados de noviembre, respectivamente³.

Los cultivares de ciclo corto, sembrados temprano, escapan casi totalmente a la infección, ya que las mismas comienzan a fines de enero, en etapas avanzadas del ciclo; mientras que los cultivares de ciclo largo, cuando son muy susceptibles, pueden sufrir fuertes infecciones aun en siembras tempranas, pues recién llegan a la etapa de grano lechoso-pastoso a mediados de febrero¹⁰. A pesar de esto, las siembras tempranas no aseguran un cultivo libre de roya.

Algunas prácticas de manejo como la obtención de un canopy muy denso, capaz

de retener por más tiempo al rocío, incrementan las probabilidades de infección severa de roya. A su vez, evitar altas poblaciones y alta fertilización nitrogenada pueden reducir la severidad de la roya⁷.

Los fungicidas pueden ser una alternativa en el control de la roya. El control químico de la roya negra no se ha desarrollado debido al bajo precio unitario del cultivo, la dificultad de cubrir bien el follaje con aplicaciones aéreas (con productos de contacto) y la falta de registro de fungicidas con este fin¹⁹; actualmente hay en el mercado modernos productos sistémicos que realizan un buen control, pero su retorno económico es dudoso¹².

Es difícil determinar en qué momento es viable la aplicación de un fungicida en el cultivo de girasol para el control de la roya negra. Según el servicio de extensión de North Dakota, cuando las pústulas cubren el 5% de las hojas inferiores, antes o al momento de la floración, existen pérdidas potenciales del rendimiento, y por lo tanto, si las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de la roya, la aplicación del fungicida debe ser considerada⁷.

Shtienberg¹⁸ determinó el umbral de daño para las condiciones del experimento, o sea, el nivel de intensidad de la enfermedad en que se debería aplicar el fungicida, el mismo fue de 3% en promedio de las 4 hojas superiores, previo a los 27 días pos-floración. A su vez, reportó una relación entre el momento en que la enfermedad alcanzó el umbral de daño y la pérdida resultante en el rendimiento, siendo la misma lineal y negativa.

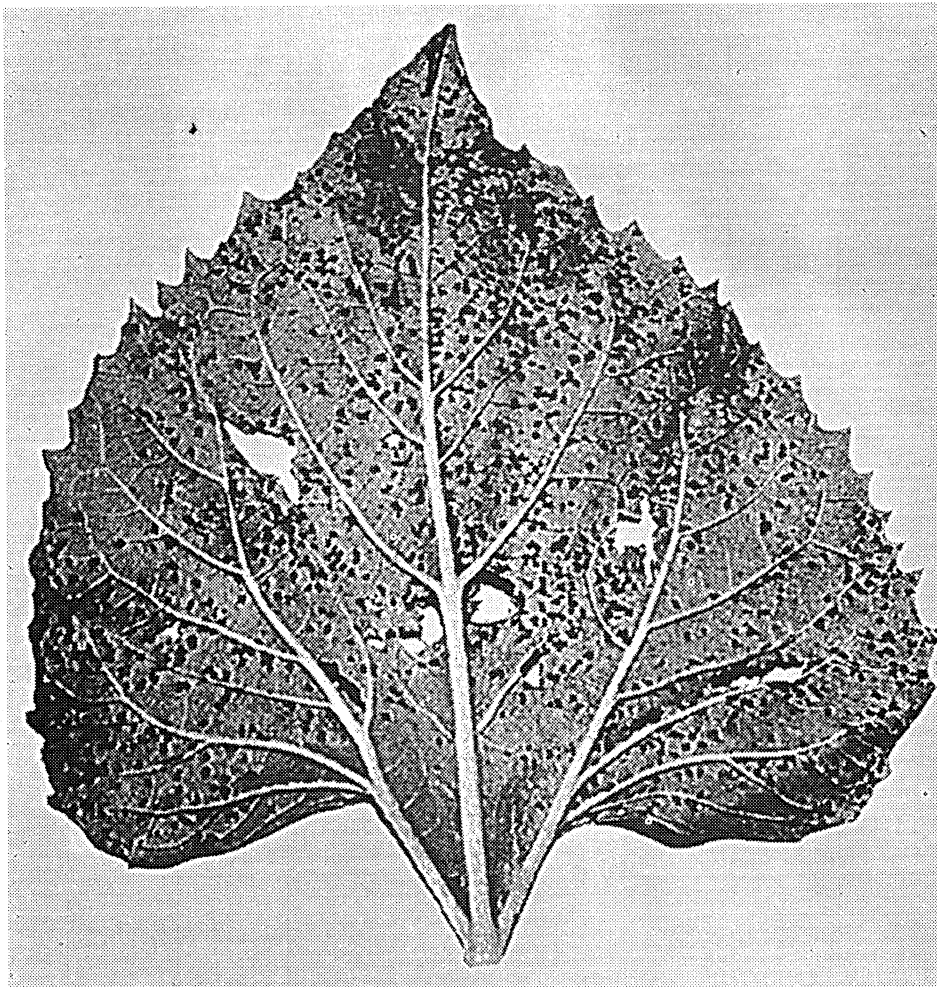


Figura 3: Hoja de girasol con importante nivel de infección por roya negra.

En ese experimento, comparó 6 triazoles y maneb, siendo epiconazol, hexaconazol y tebuconazol, altamente efectivos; mientras que maneb, fenbuconazol, difenconazol y promoconazol, fueron parcialmente efectivos.

En el Cuadro 2 se resumen los resultados obtenidos a nivel nacional donde se estudió el efecto del control químico sobre el nivel de infección de roya negra y la respuesta en el rendimiento.

Cuadro 2: Respuesta al control químico de la roya negra del girasol.

Autor	Año	Tratamiento	Lectura del testigo	Lectura del tratamiento	Dif. de rendimiento (kg/ha)	Dif. en aceite (kg/ha)
Perea (*)	1986	aplicación periódica de oxicarboxina	28 %	14 %	30 %	36 %
Bautes (**)	1996	tebuconazol a botón floral	4.5 %	3.1 %	14 % (***)	32 %
		tebuconazol a floración	4.5 %	2.5 %	11 % (***)	32 %

(*) Lecturas al estado de pasta madurez.

(**) Lecturas al estado R 6-7

(***) % de incremento en el peso de 1000 granos.

A pesar de no lograrse una erradicación de la enfermedad, se obtuvo respuesta en el rendimiento, lo que puede estar expresando que la roya negra tiene un efecto mayor sobre el rendimiento que el detectado en estos experimentos. Hay que considerar que los cultivares con los que se realizaron los experimentos presentaban escasa resistencia a la enfermedad.

Cabe aclarar que en el experimento realizado por Perea, el cultivar utilizado (Guayaacán INTA), es de características muy distintas a los cultivares actuales, principalmente en el contenido de aceite, lo que podría indicar que la respuesta en los cultivares actuales puede ser diferencial.

Otro punto a tener en cuenta es que en el trabajo realizado por Bautés, no fueron tenidas en cuenta otras enfermedades, por lo que muy probablemente, parte de la respuesta encontrada esté explicada por cierto control sobre enfermedades que pudieron estar presentes y no fueron registradas.

Existen otras medidas de manejo que pueden complementar el efecto de las mencionadas anteriormente; por ejemplo, el girasol no debe plantarse dos años seguidos en la misma chacra, ya que las esporas resistentes producidas el año anterior pueden infectar al cultivo inmediatamente luego de la emergencia. Rotaciones sin girasol por más de un año, no son necesarias para el control de la roya, aunque pueden ayudar a controlar otras enfermedades. Por el mismo motivo, se recomienda evitar la siembra donde chacras linderas hayan tenido girasol el año anterior, ya que las aeciosporas pueden ser transportadas por el viento de una chacra a otra^{7,9,17,19}.

Si la roya aparece en girasoles "guachos" cercanos a la chacra en cuestión, los mismos deben ser destruidos tan rápido como sea posible, con lo que se previene que las esporas allí generadas lleguen al cultivo⁷.

Medidas de control como el aislamiento entre cultivos de girasol y las rotaciones serían medidas complementarias; en caso de una situación con gran presión de inóculo, ya que por sí solas tienen una eficiencia reducida debido a la eficiente dispersión aérea de las esporas¹⁶.

CONSIDERACIONES FINALES

Es clara la falta de investigación nacional actualizada con respecto a la roya negra del girasol, donde quedan varias interrogantes, como por ejemplo: ¿Son económicamente importante los niveles de infección a campo que se observan en los cultivares actualmente en

comercialización?. De ser así, ¿un mismo nivel de infección, afecta por igual a todos los cultivares?, la respuesta a la aplicación de un fungicida, ¿es igual para todos los cultivares?, ¿es económicamente viable la aplicación de un fungicida bajo las condiciones actuales de mercado?.

Para el caso del control químico, resulta difícil extrapolar la información extranjera a nuestras condiciones, ya que los cultivares utilizados no son los mismos y muy probablemente la respuesta a la roya negra tampoco lo sea. Los umbrales gene-

rados en el extranjero deberían ser tomados con mucho cuidado, ya que en general no se tienen datos acerca del costo del fungicida y el costo de la aplicación. Incluso, muchas veces la información sobre la evolución de la enfermedad o la resistencia del cultivar utilizado y el potencial del cultivo no es completa, y mucho tiene que ver en la construcción de los umbrales.

De acuerdo con la información nacional la elección de un cultivar de buen comportamiento frente a roya negra es una bue-

na medida de manejo de la enfermedad, principalmente en siembras tardías (diciembre o enero), aunque queda claro que no hay datos precisos de la importancia económica de la misma bajo las condiciones actuales del país. ■

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al Ing. Agr. MSc Carlos Perea por la información brindada y por el constante apoyo tanto en mi tarea docente como de investigación. Muchas gracias Carlos!

BIBLIOGRAFÍA

1.- **ANTONELLI, E.** 1969. Diversidad de la roya negra del girasol (*Puccinia helianthi* Schw.) en la Argentina. Rev. Invest. Agropecuarias. Serie N° 5. Patología Vegetal 6(6): 119-138.

2.- **BERRETA, A.; TROCHE, L.; PEREA, C.** 1985. Girasol: época de siembra y elección de cultivar. CIAAB, Est. Exp. La Estanzuela. Hoja de Divulgación N° 67. 8 p.

3.- **CERETTA, S.** 1996. Evaluación de cultivares de girasol. *In*: INIA. Jornada de cultivos de verano. Est. Exp. La Estanzuela. Uruguay. pp. 27-39.

4.- **CERETTA, S.** 1997. Evaluación de cultivares de girasol. *In*: INIA. Jornada de cultivos de verano. Est. Exp. La Estanzuela. Uruguay. pp. 63-79.

5.- **DE LEÓN, J.; PEREA, C.; BERGER, A.** 1975. Nueva variedad de girasol (Estanzuela 75). CIAAB. Est. Exp. La Estanzuela. Hoja de Divulgación N° 21. 5 p.

6.- **GODOY, E.** 1953. Epifítia de roya del girasol en la Argentina. IDIA. 65: 2-8.

7.- **GULYA, T.; VENETTE, R.; VENETTE, J.; LAMEY, H.** 1990. Sunflower rust. *In*: NDSU Extension

Service. 5M-6-90. 19 pp.

8.- **IVANCOVICH, A.; BRUNIARD, J.; LUDUEÑA, P.; OLIVA, C.** 1985. Estimación de pérdidas por royas en girasol. *In*: XI Conferencia Internacional de Girasol- Actas- Mar del Plata. Argentina. pp. 397- 401.

9.- **LUCIANO, A.; DAVREUX, M.** 1967. Producción de girasol en Argentina. Buenos Aires. Argentina. Est. Exp. Agrop. INTA Pergamino. Publ. Técnica N°37. 53 p.

10.- **PEREA, C.** 1994. Enfermedades. *In*: Gimenez, A.; Restaino, E. Girasol y soja. 1994. INIA. Uruguay. Boletín de divulgación N° 47. pp. 35 - 52.

11.- **PEREA, C.; CABRERA, N.** 1986. Caracterización del comportamiento varietal de girasol ante roya negra (causada por *Puccinia helianthi* Schw.). *In*: La Estanzuela. Uruguay. Est. Exp. Agrop. La Estanzuela. Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Resultados Experimentales. 1. pp. 25-28.

12.- **PEREYRA, V.; ESCANDE, A.** 1995. Enfermedades del girasol. 2ª Edición. Buenos Aires. Est. Exp. Agrop. INTA Balcarse. pp. 40-41.

13.- **RAVA, C.; BRUNO, A.** 1974. Efecto de la

roya (*Puccinia helianthi* Schw.) en el rendimiento del girasol. En: Reunión Nacional de Girasol, 2ª. Buenos Aires. Argentina. 1974. IADO. pp. 153-159.

14.- _____; _____; **PEREA, C.** 1974. Tres años de mejoramiento genético del girasol en el Uruguay. *In*: Reunión Nacional de Girasol, 2ª. Buenos Aires. Argentina. 1974. IADO. pp. 205-215.

15.- **ROMANO, A.; LUDUEÑA, P.; OLIVA, C.** 1980. Enfermedades del girasol. Oleico 11:9-13.

16.- **SACKSTON, W.** 1957. Diseases of sunflower in Uruguay. Plant Diseases Reporter 41(10):885-889).

17.- **SARASOLA, A.; ROCCA, M.** 1975. Fitopatología. Curso moderno. Tomo II. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. pp. 47-50.

18.- **SHIENBERG, D.** 1995. Supresión racional de la roya del girasol: desarrollo y evaluación de un umbral de acción. Plant Disease 79(5): 506-510. Resumen: Rev. Plant Pathology 74(10): 6562. 1995.

19.- **ZIMMER, D.; HOES, J.** 1978. Diseases. *In*: Carter, J. Ed. Sunflower Science and Technology. Madison. WI, ASA. 1978. Agronomy, 19. pp. 225-262.



*30 años marcando rumbos
en la producción de semillas de alta calidad*

CALPROSE

Cooperativa Agraria de Responsabilidad Suplementada de Productores de Semillas

Tarariras - C.P. 70002 - URUGUAY

Tel. (0574) 2142 - Fax: (0574) 2125

E-mail: calprose@distrinet.com.uy. - VHF: 140300