

EFECTO DEL PRECULTIVO DE RAPS (*Brassica napus* L.) EN LA
INCIDENCIA DE MAL DEL PIE (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*)
EN TRIGO¹

The effect of rape as a previous crop on the incidence of take-all in wheat

Ricardo Madariaga B.² y Mario Mellado Z.²

SUMMARY

Soils from Ñuble's and Biobío's Andean foot-hills dryland areas were used to study the incidence of the take-all disease on wheat, caused by *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, in different crop sequences.

The highest incidence was measured under wheat monoculture. In field trials, sequences including rape (*Brassica napus* L.) and lupine (*Lupinus albus* L.) showed lower numbers of severely affected roots and higher grain yields of the cereal, in relation to the other crop sequences studied (wheat after oats, natural pasture, burned wheat stubble, undisturbed wheat stubble, and plowed wheat stubble).

Nevertheless, in pot trials, no differences among the crop sequences were observed.

INTRODUCCION

El mal del pie, causado por el hongo *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx et Oliver var. *tritici* Walker, es una enfermedad considerada como una de las limitantes más serias para la obtención de altos rendimientos, en trigos sembrados en suelos de la precordillera de Ñuble y Biobío (lat. 36° 25' a 37° 43' S). Al respecto, una encuesta efectuada en 1976 (INIA, 1977), indicó que cerca del 70% de los agricultores usaba la rotación pradera natural-trigo, la cual favorece el desarrollo del mal del pie (Madariaga y Mc Mahon, 1981).

Con respecto a prácticas de manejo destinadas a controlar esta enfermedad, cuando la rotación incluye raps, el trigo presenta el mejor rendimiento en comparación a otras rotaciones y el porcentaje de raíces con daño severo de mal del pie es muy bajo (Nicasio Rodríguez S., Est. Exp. Quilamapu-INIA, comunicación personal).

Sin embargo, Lemaire y Coppenet (1968) indican que los suelos sembrados con remolacha o con crucíferas, serían conducentes a mal del pie. Sobre el mismo aspecto, Chinn (1976) en Canadá, determinó que suelos ocupados por raps, presentaban una menor población del hongo *Cochliobolus sativus*, causante de la pudrición común. Cook (1981) postula que *G. graminis* sería controlable por rotaciones de cultivos, ya que el patógeno es de vida corta en el suelo, en ausencia de un huésped.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la secuencia raps-trigo en la incidencia de *G. graminis* y sobre el rendimiento en grano del trigo, comparada con otras secuencias de cultivos utilizadas en la zona de la precordillera de Ñuble y Biobío.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos fueron realizados bajo dos condiciones:

- a. Ensayo de campo con infección natural del hongo *Gaeumannomyces graminis*, en un suelo trumao de la precordillera de Biobío (lat 37° 43' S, long. 72° 15' W).

¹ Recepción de originales: 25 de junio de 1986.

Parte de este trabajo se presentó a las XXXV Jornadas Agronómicas, efectuadas en la Estación Experimental La Platina, Santiago, 1984.

² Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

Para acondicionar el terreno para la siembra de trigo del año 1979, la temporada anterior se estableció, en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, los siguientes cultivos: trigo Manquefén; avena Condor; raps Quinta y lupino Multolupa. Además, se dejó un tratamiento sin cultivar, correspondiente a "pradera natural".

Los cultivos se sembraron en abril de 1978 y se fertilizaron, uniformemente con 100 kg/ha de N (salitre sódico) y 65,5 kg/ha de P (superfosfato triple). De esta manera, para 1979, fue posible tener la siguiente secuencia de cultivos o tratamientos:

1. Raps — trigo
2. Lupino — trigo
3. Avena — trigo
4. Pradera natural — trigo
5. Rastrojo trigo quemado — trigo
6. Rastrojo trigo sin disturbar suelo — trigo
7. Rastrojo trigo con preparación suelo — trigo

Se empleó la variedad de trigo Manquefén, en dosis de 150 kg/ha, sembrada el 8 de mayo en parcelas de 150 m². El rendimiento en grano de trigo se determinó mediante muestreo, en cinco lugares de cada parcela, con un cuadrante de 0,54 m².

Para evaluar el daño radicular, en los mismos lugares en que se tomaron las muestras para medir rendimiento, se recolectaron cinco muestras de raíces, lo que totalizó 20 muestras para cada secuencia o tratamiento. Esta recolección se efectuó cuando las plantas de trigo tenían un desarrollo de 11.4 de la escala de Feekes. La presencia de *G. graminis* se determinó usando una escala publicada por Madariaga y Mc Mahon (1981), la que contempla cinco niveles de ataque: 0 = sin daño; 1 = daño leve; 2 = daño moderado; 3 = daño severo; y 4 = daño muy severo, en toda la raíz y cuello de la planta. Para analizar los datos, se sumaron los porcentajes de raíces con notas 3 y 4, las que se consideraron severamente afectadas.

b. Ensayos en macetas con infección natural del hongo *G. graminis*, usando suelo trumao de la precordillera de Ñuble (lat. 36° 45' S, long. 72° 02' W).

En 1981, se recolectaron muestras de suelo de un ensayo de rotaciones, que tenía parcelas sembradas con raps, lenteja, avena, pradera natural o trigo. Estas muestras se sometieron a análisis químico y luego, se llenaron macetas con aproximadamente 1500 g de cada suelo, para establecer dos ensayos en condiciones de invernadero. Se usó un diseño experimental completamente al azar, de cinco tratamientos, correspondientes a los pre-cultivos respectivos, y cuatro repeti-

ciones. La unidad experimental fue una maceta con cinco plantas del trigo Lucero—INIA. Cada maceta fue fertilizada con 590 mg de P y 320 mg de N, aplicados como superfosfato triple y nitrato de amonio, respectivamente. Las macetas se mantuvieron a una temperatura promedio de 12° C, sin luz suplementaria.

Uno de los ensayos se utilizó para evaluar, en siembras consecutivas, el daño radicular cuando las plántulas de trigo presentaban alrededor de seis hojas. Para ello, inmediatamente después de cada evaluación, se volvió a sembrar trigo en las macetas. La primera siembra de trigo se efectuó el 8 de junio y las evaluaciones se realizaron cada 30 días.

Previo a las evaluaciones de pudrición radicular, las raíces se mantuvieron en agua circulante para desprender la tierra. Luego se contaron las lesiones presentes en cada planta, considerando como lesión a cada 9 mm de raíz dañada.

El otro ensayo de macetas, también fue sembrado el 8 de junio y se utilizó para evaluar al estado de madurez de cosecha: el número de lesiones ocasionadas por *G. graminis* por planta, granos por espiga y producción de materia seca. Para la determinación de m.s., los tejidos fueron secados a 60° C por 48 hr.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se observa que el rendimiento de grano fue estadísticamente más elevado cuando la sucesión de cultivos fue raps—trigo o lupino—trigo. Por el contrario, el rendimiento de grano se vio significativamente disminuido al practicar monocultivo de trigo. La práctica de la quema del rastrojo de trigo, aunque no disminuye el porcentaje de raíces afectadas, pareciera tener un efecto positivo, probablemente debido a la incorporación de cenizas y a la menor competencia por N, respecto a los otros monocultivos en los cuales la paja no fue quemada.

Al relacionar raíces afectadas y rendimiento de grano, se determinó una regresión negativa y significativa entre estas dos variables (Figura 1). Los datos permiten afirmar que el pre-cultivo de raps se asocia a un menor nivel de mal del pie, lo que permitiría al cultivo del trigo expresar mayores producciones; esto es corroborado por los trabajos de Gilchrist (1978). Por su parte, Chinn (1976) indica que las conidias del hongo *G. graminis*, permanecen en estado de latencia, disminuyendo su población viable total, después de sembrar raps en el suelo. Este autor señala que ello es consecuencia del envejecimiento de las esporas, por varios factores medio ambientales y microbianos, que actúan sobre las conidias.

CUADRO 1. Raíces severamente afectadas por pudriciones (principalmente mal del pie) y rendimiento de trigo, sembrado siguiendo diferentes cultivos. Precordillera de Biobío, Año 1979

TABLE 1. Percentage of roots severely damaged by rots (mainly take-all) and yield of wheat sown following different crops. Andean foot—hills of Biobío

| Cultivo anterior | Raíces severamente afectadas (0/o) | Rendimiento grano (qq/ha) |
|--|------------------------------------|---------------------------|
| Raps (<i>Brassica napus</i>) | 8* | 46* |
| Lupino (<i>Lupinus albus</i>) | 18* | 34* |
| Avena (<i>Avena sativa</i>) | 36 | 29 |
| Pradera Natural | 29 | 26 |
| Rastrojo trigo quemado | 54* | 24 |
| Rastrojo trigo sin mover el suelo | 27 | 20* |
| Rastrojo trigo con preparación del suelo | 54* | 15* |
| D.M.S. ($P \leq 0,05$) | 8,3 | 5,3 |
| Coefficiente variación (0/o) | 18 | 13 |

* Diferentes estadísticamente con respecto a pradera natural ($P \leq 0,05$).

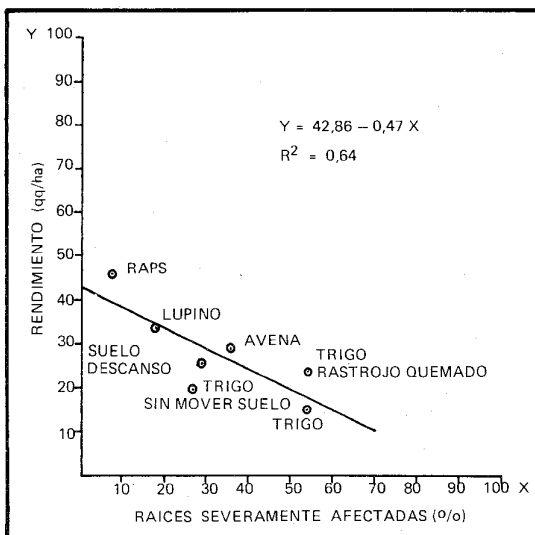


FIGURA 1. Regresión de rendimiento en grano de trigo (Y) sembrado a continuación de diferentes cultivos, sobre la intensidad de ataque de mal del pie en las raíces (X).

FIGURE 1. Regression of grain wheat yield (Y) planted following different crops, on severity of take-all incidence in roots (X).

En el Cuadro 2 aparecen los niveles de N, P y K, que presentaban las parcelas al momento de sembrar el trigo. Se observa que solamente los pre-cultivos lupino y rastrojo de trigo con preparación de suelo, dejaron un nivel de N significativamente más alto que el testigo pradera natural. El suelo ocupado con raps presentó un contenido estadísticamente menor de N y K, respecto al de pradera natural. Esto indicaría que el

efecto positivo del raps sobre el rendimiento en grano, no se debería a una mayor fertilidad, sino más bien, a una acción biológica de la planta de raps en el suelo, tal como fue discutido previamente.

Secuencias de cultivos, bajo condiciones de invernadero

En el análisis de los contenidos de N, P y K, sólo se determinó diferencias estadísticas para el N presente en el suelo previamente ocupado por trigo, al compararlo con el N determinado en el suelo con pradera natural (Cuadro 3). Esto podría ser consecuencia de la menor capacidad de extracción que tienen las plantas de trigo afectadas por *G. graminis*, en el monocultivo.

Respecto a las evaluaciones del daño radicular en plántulas de trigo, los datos del Cuadro 4 indican una gran variabilidad. No se determinaron diferencias estadísticas entre las diferentes sucesiones de cultivo, ni hubo un aumento significativo en el número de lesiones por efecto de las siembras sucesivas. No obstante, se observó cierta tendencia a una mayor cantidad de lesiones en las plantas correspondientes a la secuencia trigo-trigo.

En el caso de las evaluaciones efectuadas en plantas adultas con madurez de cosecha, tampoco se registraron diferencias significativas entre las distintas sucesiones de cultivo (Cuadro 5). Sin embargo, resulta interesante observar que la sucesión raps-trigo tiende a presentar el menor número de lesiones y la mayor producción de biomasa. En este caso, nuevamente aparece el raps como un precultivo beneficioso para el

CUADRO 2. Niveles de nutrientes¹ al momento de sembrar trigo, en un suelo ocupado por diferentes cultivos en la temporada anterior. Precordillera de Biobío. Año 1979

TABLE 2. Nutrient levels at wheat seeding time, in a soil planted with different crops in the previous season. Andean foot—hills of Biobío

| Cultivo anterior | Niveles de Nutrientes | | |
|--|-----------------------|---------------|---------------------------|
| | Nitrógeno (ppm) | Fósforo (ppm) | Potasio (meq/100 g suelo) |
| Raps (<i>Brassica napus</i>) | 23,1* | 6,9 | 0,30* |
| Lupino (<i>Lupinus albus</i>) | 33,9* | 5,4 | 0,40* |
| Avena (<i>Avena sativa</i>) | 25,9 | 5,9 | 0,25* |
| Pradera Natural | 27,1 | 4,9 | 0,34 |
| Rastrojo trigo quemado | 26,7 | 6,0 | 0,40* |
| Rastrojo trigo sin mover el suelo | 18,3* | 4,8 | 0,22* |
| Rastrojo trigo con preparación del suelo | 32,7* | 6,2 | 0,33 |
| D.M.S. ($P \leq 0,05$) | 3,70 | — | 0,03 |
| Coefficiente variación (°/o) | 12 | 12 | 8 |

¹ Análisis efectuados el 30 de abril de 1979* Diferentes estadísticamente con respecto a pradera natural ($P \leq 0,05$)**CUADRO 3. Niveles de nutrientes¹ al momento de sembrar trigo en macetas, con suelo proveniente de cinco secuencias de cultivos. Precordillera de Ñuble. Año 1981**

TABLE 3. Nutrient levels at wheat seeding times in pots containing soil derived from five crop sequences. Andean foot—hills of Ñuble

| Cultivo anterior | Niveles de Nutrientes | | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------|---------------------------|
| | Nitrógeno (ppm) | Fósforo (ppm) | Potasio (meq/100 g suelo) |
| Raps (<i>Brassica napus</i>) | 14,2 | 10,5 | 0,56 |
| Lenteja (<i>Lens sculentus</i>) | 11,0 | 11,1 | 0,39* |
| Avena (<i>Avena sativa</i>) | 10,2 | 12,2 | 0,56 |
| Pradera Natural | 12,1 | 11,6 | 0,57 |
| Trigo | 25,8* | 12,6 | 0,42 |
| D.M.S. ($P \leq 0,05$) | 7,2 | — | 0,16 |
| Coefficiente variación (°/o) | 27 | 10 | 28 |

¹ Análisis efectuado en mayo de 1981

* Diferentes estadísticamente con respecto al suelo proveniente de pradera natural

trigo. Al respecto, Starkey citado por Waksman (1952), al estudiar la influencia del raps sobre la abundancia del grupo de microorganismos radiobacter, encontró que 44 días después de iniciado el cultivo, se presentaban 540, 780, 1980 y 46.600 miles de radio-

bacters por gramo de suelo, en suelos en descanso, o con avena, porotos o raps, respectivamente. Mediciones realizadas en época posterior del desarrollo de los cultivos, indicaron siempre un mayor número de estos microorganismos en el suelo ocupado por raps.

CUADRO 4. Niveles de daño radicular en trigo sembrado en macetas, con suelo de la precordillera de Ñuble, proveniente de cinco secuencias de cultivos. Año 1981

TALBE 4. Root damage of wheat plants seeded in pots containing volcanic soil derived from five crop sequences, collected in the Andean foot–hills of Ñuble

| Cultivo anterior | Número de Lesiones/Planta ¹ | | |
|-----------------------------------|--|----------------|-----------------|
| | Evaluación I* | Evaluación II* | Evaluación III* |
| Raps (<i>Brassica napus</i>) | 0,50 | 1,85 | 1,95 |
| Lenteja (<i>Lens sculentus</i>) | 0,95 | 1,05 | 2,00 |
| Avena (<i>Avena sativa</i>) | 1,20 | 1,15 | 2,10 |
| Pradera Natural | 0,65 | 2,00 | 1,55 |
| Trigo | 4,05 | 2,65 | 2,10 |
| Coefficiente variación (O/o) | 80 | 47 | 42 |

¹ Promedio del número de lesiones radiculares en 20 plantas

* Las evaluaciones corresponden a siembras consecutivas

CUADRO 5. Niveles de daño radicular, granos/espiga y producción de materia seca del trigo Lucero, sembrado en macetas con suelo proveniente de cinco secuencias de cultivos. Precordillera de Ñuble

TABLE 5. Root damage, grains per spike, and dry matter production of the Lucero wheat, sown in pots containing soil derived from five crop sequences. Andean foot–hills of Ñuble

| Cultivo anterior | Número lesiones/ Planta* | Granos/Espiga* | Producción m.s. (mg)* | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|--------|
| | | | Raíces | Hojas y Espigas | Granos |
| Raps (<i>Brassica napus</i>) | 1,70 | 14 | 22 | 379 | 263 |
| Lenteja (<i>Lens sculentus</i>) | 1,75 | 12 | 12 | 285 | 228 |
| Avena (<i>Avena sativa</i>) | 1,80 | 9 | 13 | 271 | 203 |
| Paradera Natural | 2,50 | 10 | 19 | 285 | 215 |
| Trigo | 3,35 | 11 | 14 | 308 | 188 |
| Coefficiente variación (O/o) | 57 | 24 | 19 | 32 | 26 |

* Valores promedios de 20 ejes

RESUMEN

Suelos de secano de la precordillera de Ñuble y Biobío, fueron utilizados para estudiar la incidencia del mal del pie, causado por *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, en diferentes sucesiones de cultivo.

En ensayos de campo, las secuencias de cultivos que incluyeron raps (*Brassica napus* L.) o Lupino (*Lupinus albus* L.), mostraron el más bajo número de raíces

severamente afectadas y el mayor rendimiento en grano del trigo, con respecto a las otras secuencias estudiadas. La mayor incidencia de la enfermedad fue medida bajo condiciones de monocultivo de trigo.

Sin embargo, en ensayos de invernadero, no se observaron diferencias entre las secuencias de cultivo.

LITERATURA CITADA

-
- INIA—Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. Quilamapu/FNDR, Gobernación Provincial de Ñuble. 1977. Proyecto Desarrollo Tecnológico para la Precordillera de Ñuble. Primera etapa 1976. Chillán. p.: 19 y 41.
- CHINN, S.H.F. 1976. Influence of rape in a rotation on prevalence of *Cochliobolus sativus* conidia and common root rot of wheat. Can. J. Plant. Sci. 56: 199–201.
- COOK, R.J. 1981. The influence of rotation crops on take-all decline phenomenon. Phytopathology 71: 189–192.
- GILCHRIST, S.L. 1978. Estudio de rotaciones culturales para controlar pudriciones del cuello y la raíz. En: INIA, Informe Técnico, Programa Cereales, Subprograma Fitopatología (Mimeografiado)*.
- LEMAIRE, J. M.; COPPENET, M. 1968. Influence de la sucesion cerealiere sur les fluctuations de la gravite du Pietin — echantage (*Ophiobolus graminis* Sacc.) Ann. Epiphytes 19: 589–599.
- MADARIAGA B., RICARDO y Mc MAHON, MATHEW. 1981. Prospección de mal del pie (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) en la precordillera de Ñuble y Biobío. Siembra 51 (1–2): 28–32.
- WAKSMAN, S. A. 1952. Soil microbiology. Edit. John Wiley and Sons, New York. p.: 254–260.
-

* La información contenida en estos documentos es accesible sólo a través de sus autores o autoridades del INIA.