

Efecto del control químico de la roya en producción de forraje y semilla en líneas mejoradas de avena

Franz Gutiérrez Ferrufino; Jaime Chiri Sánchez

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E mail: fragutfer@hotmail.com

Resumen. El estudio se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2018-2019 en predios del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta". El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de roya en producción de forraje y semilla, en líneas de avena generadas en el CIF por cruzamientos intervarietales, con y sin aplicación de fungicida. La aplicación de fungicida se realizó al inicio de la aparición de las primeras pústulas de roya; en producción de forraje no se establecieron diferencias estadísticas para el factor con y sin aplicación de fungicida para las líneas en estudio, debido a que hasta la cosecha de forraje (20 % de emergencia de panojas) no fue necesario el control químico. La incidencia y severidad de la enfermedad se manifestó en la fase reproductiva y se pudo evaluar el efecto de la aplicación del fungicida. En las parcelas que recibieron tratamiento de fungicidas, el control de la enfermedad fue muy eficiente, contrariamente las parcelas que no recibieron control químico, la enfermedad alcanzó niveles severos de ataque, hasta 90% en algunas líneas, lo cual repercutió en la producción de semilla y el peso hectolítrico de las mismas.

Palabras clave: *Puccinia* sp.; Tolerancia varietal; Fungicidas

Abstract: Effect of chemical control of rust on forage and seed production in improved oat lines. The study was carried out during the 2018-2019 agricultural campaign on the farms of the "La Violeta" Forage Research Center, the objective of the research was to evaluate the effect of rust on forage and seed production in oat lines generated in the CIF by intervarietal crosses with and without fungicide application. The fungicide application was carried out at the beginning of the appearance of the first rust pustules, in forage production no statistical differences were established for the factor with and without fungicide application and for the lines under study, because until the harvest of forage (20 % emergence of panicles) chemical control was not necessary. The incidence and severity of the disease manifested itself in the reproductive phase and the effect of the fungicide application could be evaluated. In the plots that received fungicide treatment, the control of the disease was very efficient, contrary to the plots that did not receive chemical control. the disease reached severe attack levels up to 90% in some lines; which had repercussions on seed production and their hectoliter weight.

Keywords: *Puccinia* sp.; Varietal tolerance; Fungicides

Introducción

La avena (*Avena sativa* L.) es un forraje muy utilizado en las zonas altas de los valles interandinos y el altiplano húmedo del país. En las zonas altas de los valles

interandinos, en los últimos años se ha incrementado el cultivo de avena para la producción de heno, principalmente para cubrir el déficit de forraje en la época otoño-invernal.

La avena se puede aprovechar de diferentes maneras: como forraje fresco, como forraje conservado, heno o ensilaje de planta entera. La avena se destaca por su tolerancia al estrés hídrico, elevada tasa de crecimiento inicial y por mantener su calidad en estadios reproductivos (Tomaso 2009).

La principal limitante que afecta a este cultivo, es la susceptibilidad a la roya de la hoja, causada por el hongo *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*. Generalmente las infecciones iniciales se observan al inicio de la fase reproductiva (emergencia de panojas), según Di Nucci *et al.* (2012) a partir de esa fase fenológica, el ataque se torna más severo con reducciones en la cantidad y calidad forrajera y la producción semillera, verificándose una madurez anticipada del cultivo.

Las condiciones favorables para la infección con roya, del cultivo de avena, son días soleados y templados (20°C-25°C) y con temperaturas nocturnas entre 15°C y 20°C, con presencia de rocío y viento, para que las esporas puedan diseminarse e infectar nuevas plantas de avena (Carson 2008).

La roya de la hoja de la avena se caracteriza por poseer numerosas razas y ser altamente variable, lo que determina que ningún cultivar sea resistente a todas las razas existentes (Campos y Giménez, 2011). El manejo de la enfermedad se basa, casi exclusivamente, en el uso de variedades resistentes o tolerantes, sin embargo, en los últimos años ha sido muy difícil generar variedades resistentes, cabe aclarar, como se mencionó anteriormente, la enfermedad se manifiesta en la fase reproductiva, causando pérdidas considerables en producción de semilla, el ataque a la cosecha de forraje es mínimo.

El objetivo de este trabajo fue medir el impacto productivo en líneas mejoradas de avena, para producción de forraje y semilla, con y sin aplicación de fungicidas.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el campo experimental del Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”. Se evaluaron 10 líneas de avena (Cuadro 1), generadas por el Programa de Mejoramiento de Cereales Menores, utilizando como testigo a la variedad comercial *Gaviota*. La siembra se realizó el 18 de diciembre de 2018, con una densidad de 250 plantas/m², utilizando un diseño en bloques completos al azar, con arreglo a parcelas divididas, con tres repeticiones. Las parcelas correspondieron a los tratamientos con y sin aplicación de fungicida y las sub parcelas a las líneas de avena; la superficie de la unidad experimental fue de 9 m². El ensayo se condujo libre de malezas y plagas.

La producción de forraje se determinó cortando el forraje cuando las plantas presentaron 20% de emergencia de panojas, descartando las borduras de cada unidad experimental. Del forraje cortado se extrajo una alícuota para determinar el porcentaje de materia seca.

La cosecha de semilla se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, para lo cual se cortaron los cuatro surcos centrales, dejando 0.5 m en los extremos, para evitar el “efecto bordura”.

La severidad de la roya de la hoja y del tallo, expresada en porcentaje, se registró tomando en cuenta toda la parcela. La severidad representa el área de la hoja y del tallo con presencia de pústulas.

Cuadro 1. Número de tratamiento, código de líneas de avena y cruza

Número de tratamiento	Código de línea	Cruza	Procedencia
1	LCIF 16/01	Alondra * Gaviota	CIF - UMSS
2	LCIF 16/02	Pilar * USDA 08/85	CIF - UMSS
3	LCIF 16/03	Máxima * USDA 08/85	CIF - UMSS
4	LCIF 16/04	USDA 08/85 * Máxima	CIF - UMSS
5	LCIF 16/05	Alondra * USDA 08/85	CIF - UMSS
6	LCIF 16/06	USDA 08/85 * Texas	CIF - UMSS
7	LCIF 16/07	Texas * USDA 08/85	CIF - UMSS
8	LCIF 16/08	USDA 08/85 * LCIF 03/23	CIF - UMSS
9	LCIF 16/09	USDA 08/85 * Gaviota	CIF - UMSS
10	LCIF 16/10	LCIF 03/23 * USDA 08/85	CIF - UMSS
11	Gaviota	Variedad comercial (testigo)	SEFO - SAM

Se realizó un análisis de varianza para la producción de forraje y semilla y el resto de las variables evaluadas, las medias se compararon mediante la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Se aplicó el fungicida *Priori Xtra* (ingrediente activo: Azoxistrobina) en dos oportunidades, la primera a la aparición de pústulas (28/02/2019) y la segunda al momento de la reaparición de las pústulas (29/03/2019). La dosis utilizada fue 0.8 l/ha, por aplicación.

Las variables evaluadas en forraje fueron:

altura de planta, número de macollos/m² relación hoja / tallo y rendimiento forrajero en materia seca.

Para producción en semilla, las variables evaluadas fueron:

rendimiento en semilla y peso hectolítrico de la semilla.

Resultados y discusión

PRODUCCIÓN DE FORRAJE

El análisis de varianza para producción de forraje, no estableció diferencias estadísticas significativas para las variables altura de planta, relación hoja/tallo y rendimiento en materia seca, para el factor con y sin aplicación de fungicida; para las líneas en estudio se detectó diferencias estadísticas en altura de planta y número de macollos/m².

No se estableció diferencias significativas para las interacciones correspondientes.

Altura de planta

El análisis de varianza para la variable altura de planta no detectó efecto significativo para el factor con y sin aplicación de fungicida, alcanzando en promedio valores de 95.48 y 96.88 cm, respectivamente, lo cual se explica porque al estado de cosecha de forraje (20% de emergen-

cia de panojas) las diferentes líneas y la variedad testigo no recibieron el tratamiento de fungicida, por lo tanto, el resultado es bastante lógico por tratarse de los mismos materiales que se evaluaron en condiciones similares.

La Figura 1 muestra la prueba de Duncan para la altura de planta promedio, para las líneas de avena en estudio, las líneas LCIF 16/01, LCIF 16/07, LCIF 16/08 y la variedad *Gaviota*, registraron valores superiores a 100 cm, con diferencias significativas a las líneas LCIF 16/03, CIF 16/04, LCIF 16/05, LCIF 16/06 y LCIF 16/09, que alcanzaron valores entre 87.67 y 93.67 cm, la diferencia en altura de planta se puede atribuir a la genética particular de cada línea de avena considerada en el ensayo.

Número de macollos por m²

El análisis de varianza para el número de macollos/m², no estableció diferencias estadísticas significativas para el factor con y sin aplicación de fungicidas, debido a lo anteriormente explicado, puesto que al momento de la cosecha de forraje no hubo necesidad de aplicar el producto químico. En promedio, con fungicida se tuvo 601 macollos/m², y sin fungicida 610 macollos/m².

Para las líneas en estudio, el ANVA, estableció diferencias estadísticas significativas; la Figura 2 muestra que las líneas LCIF 16/03, LCIF 16/05, LCIF 16/07 y LCIF 16/09 superaron en esta variable, a las demás líneas y a la variedad testigo cv. *Gaviota*. Esta respuesta se puede atribuir a las características genéticas propias de los materiales en estudio.

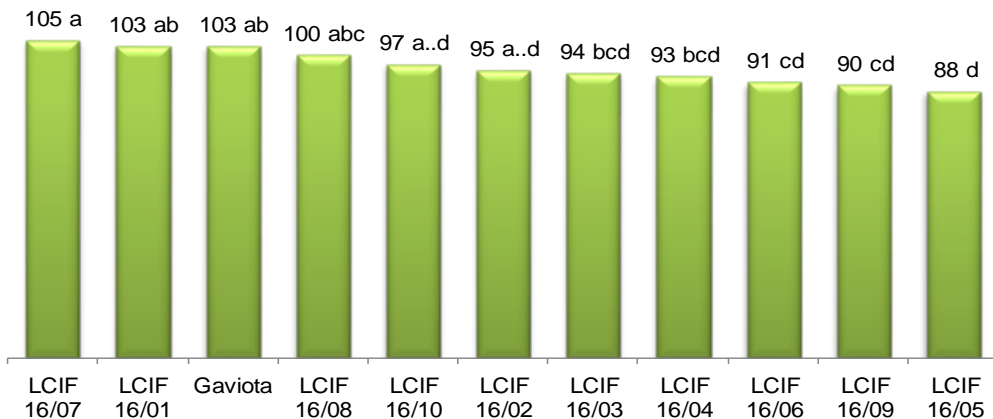


Figura 1. Altura de planta (en cm) promedio para líneas en estudio

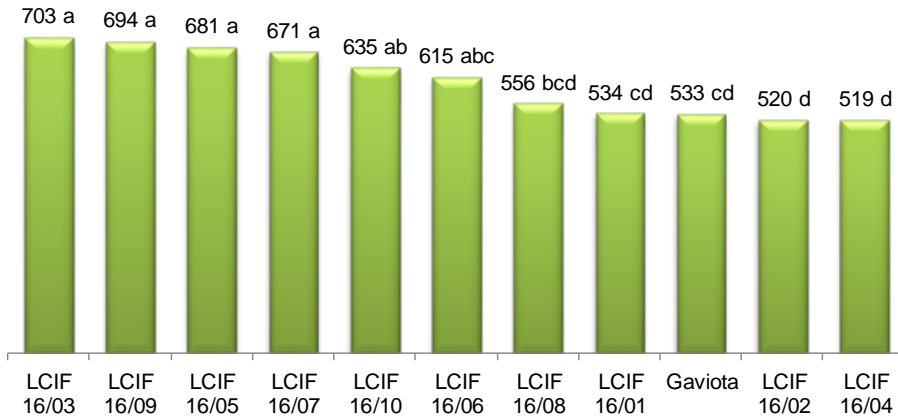


Figura 2. Número de macollos/m² promedio para las líneas de avena en estudio

Relación hoja/tallo

El ANVA para esta variable, no detectó diferencias estadísticas con y sin aplicación de fungicida, los valores reportados fueron 1.21 y 1.22, respectivamente, estos valores indican que las líneas en estudio se caracterizaron por presentar mayor materia seca de hojas con relación a los tallos, lo que muestra que son líneas de buena calidad forrajera.

Tampoco se tuvo diferencias estadísticas significativas en el ANVA, a nivel de las líneas evaluadas, llegando a una media general de 1.22. La relación hoja/tallo para las líneas de avena en estudio (materiales generados en el CIF) reportan valores de relación hoja/tallo iguales o superiores a la registrada por la variedad testigo (Figura 3), lo cual permite inferir que las líneas procedentes de las diferentes cruces intervarietales, presentan buenas características forrajeras.

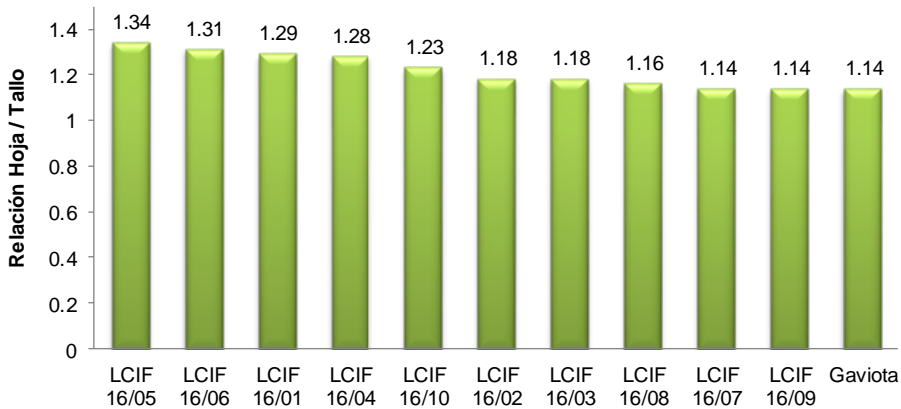


Figura 3. Relación hoja/tallo promedio para las diferentes líneas de avena en estudio

Rendimiento en materia seca

El análisis de varianza para producción de materia seca, no estableció diferencias significativas para el factor con y sin aplicación de fungicida, con valores de 6.05 y 6.16 t/ha, respectivamente. Como ya se explicó, hasta la cosecha de forraje, no se aplicó el tratamiento de fungicida, puesto que es cuando empieza el ataque de enfermedades fungosas con la aparición de las primeras pústulas de roya.

En trabajos realizados en avena para producción de forraje, Pérez y Corró (2000), concluyen que cuando la severi-

dad de la roya de la hoja en avena no es importante, no se observan diferencias en la producción de materia seca y en la calidad de forraje, con la aplicación de fungicidas.

Si bien el ANVA para el factor líneas de avena, no detectó diferencias significativas en producción de materia seca, las líneas de avena LCIF 16/08, LCIF 16/03, LCIF 16/07 y LCIF 16/04, produjeron más materia seca que la variedad testigo *Gaviota* (Figura 4); las demás líneas alcanzaron el mismo nivel de producción de materia seca que la variedad testigo.

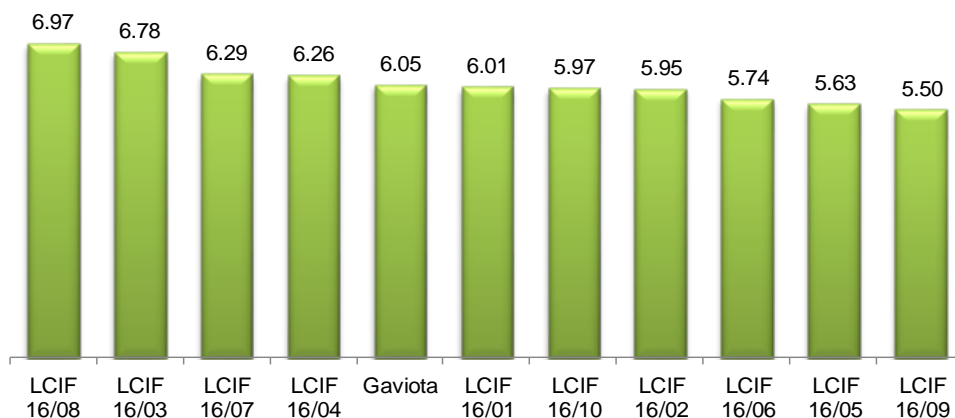


Figura 4. Rendimiento en materia seca promedio (t/ha) para las líneas en estudio

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

El análisis de varianza para producción de semilla estableció diferencias altamente significativas para el factor con y sin aplicación de fungicida; no se detectó diferencias estadísticas para el factor líneas de avena y tampoco para la interacción aplicación de fungicida * líneas de avena. La Figura 5 muestra que con la aplicación del fungicida PrioriXtra se produjo más de tres veces (339%) de semilla, que cuando no se aplica este producto.

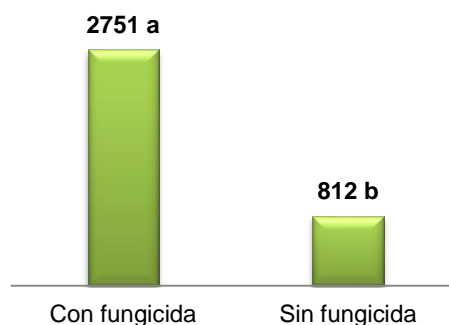


Figura 5. Efecto de la aplicación de fungicida en la producción de semilla de líneas de avena

Esta diferencia se atribuye que las líneas en estudio y el testigo, presentan susceptibilidad a las royas, las cuales atacan durante la fase reproductiva, invadiendo el área foliar como también las vainas de las hojas, lo cual interfiere en la fotosíntesis, evitando el llenado del grano.

Con la aplicación del fungicida PrioriXtra se logró producir alrededor de 239% más que cuando no se aplicó el producto, por lo que se puede afirmar que el uso de fungicidas es una opción a la que el agricultor puede recurrir para producir semilla de avena.

Rendimiento en semilla para las líneas de avena con y sin aplicación de fungicidas

En las figuras 6 y 7, se observa el efecto de la aplicación de fungicida en las líneas evaluadas. Las líneas con mayor susceptibilidad fueron las que reportaron menores rendimientos en semilla, cuando no se aplicó fungicida (LCIF 16/03, LCIF 16/05 y la variedad Gaviota); contrariamente, cuando se realizó la aplicación de fungicida, las líneas reportaron rendimientos expectables en semilla, lo cual confirma el excelente control que ejerce el fungicida PrioriXtra en el control de las royas de la avena.

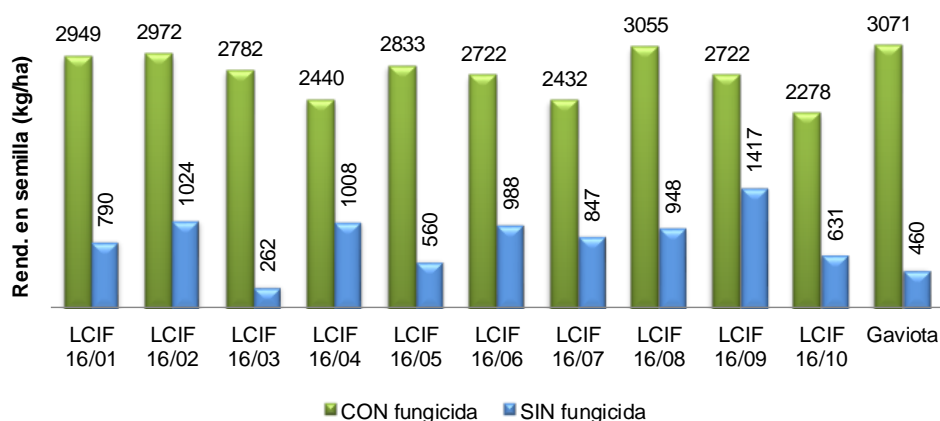


Figura 6. Rendimiento en semilla (kg/ha) para la interacción fungicida / líneas de avena

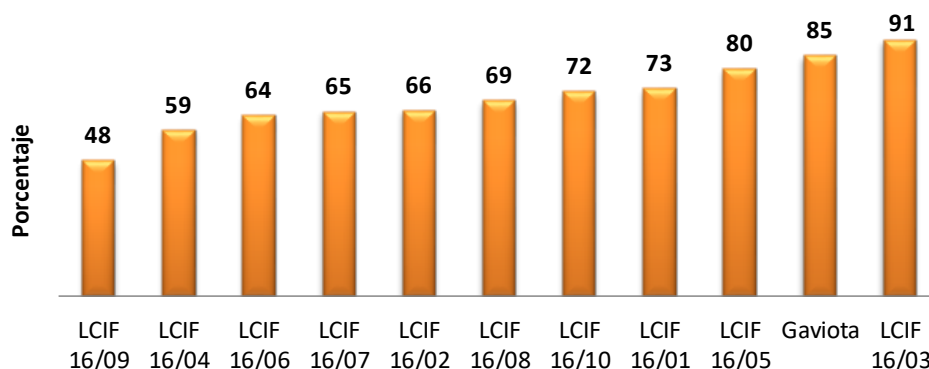


Figura 7. Tasa porcentual de decremento en el rendimiento en semilla, como efecto de la NO aplicación de fungicida para controlar roya en líneas de avena forrajera

Peso hectolítrico de semilla

La Figura 8, muestra el efecto que ejerció la aplicación de fungicida en el peso hectolitrico de las semillas de avena. Según la prueba de Duncan, el valor de peso hectolitrico registrado con aplicación de fungicida fue significativamente superior al que se obtuvo cuando no se aplicó fungicida.

Estos resultados exponen la severidad de las royas cuando no se aplicó fungicida, afectando negativamente en el área foliar para la fotosíntesis, lo cual repercutió en un mejor llenado de grano.

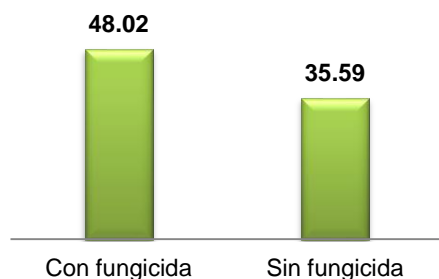


Figura 8. Efecto de la aplicación de fungicidas, en el peso hectolitrico promedio de semilla de 10 líneas de avena

El ANVA no estableció diferencias significativas para la interacción *líneas de avena* * *aplicación de fungicidas*.

EVOLUCIÓN DE LA INCIDENCIA DE ROYA SEGÚN EL ESTADO FISIOLÓGICO DE LA AVENA

En el Cuadro 2 se observa la evolución de ataque de roya. Hasta el momento de la cosecha de forraje (20% de emergencia de panojas), prácticamente no se registró incidencia de la enfermedad, la primera aplicación se realizó cuando aparecieron pústulas visibles en todas las líneas en estudio, incluyendo al testigo, la segunda aplicación se realizó después de 22 días, cuando en los tratamientos que recibieron fungicida, aparecieron nuevamente pústulas.

La evolución del ataque de roya en los tratamientos sin aplicación, fue ascendente con el transcurrir de los días, llegando a registrar valores de severidad de 57% a 90%, lo que repercutió en el llenado del grano en los tratamientos sin aplicación de fungicida.

Cuadro 2. Evolución del ataque de roya durante la fase reproductiva de líneas de avena

Tratamientos	Roya a 20% de emergencia de panoja		1ra aplicación fungicida 28/02/19		2da. aplicación fungicida 22/03/19		% a estado de masa de grano 01/04/2019	
	CF	SF	CF	SF	CF	SF	CF	SF
LCIF 16/01	0	trazas	5	5	5	50	5	83
LCIF 16/02	trazas	0	trazas	5	0	27	trazas	80
LCIF 16/03	0	0	5	10	trazas	53	trazas	90
LCIF 16/04	0	0	3	5	trazas	23	trazas	57
LCIF 16/05	0	0	trazas	5	0	23	trazas	57
LCIF 16/06	trazas	trazas	trazas	trazas	trazas	33	trazas	80
LCIF 16/07	0	trazas	5	trazas	10	53	10	90
LCIF 16/08	0	0	5	5	trazas	30	trazas	78
LCIF 16/09	0	0	trazas	trazas	trazas	25	trazas	70
LCIF 16/10	0	0	5	5	trazas	43	trazas	77
Gaviota	0	0	5	5	5	40	5	87

Según Carson (2008), las condiciones climáticas más favorables para el crecimiento de la avena, también favorecen a la roya de la hoja, por lo que mayores pérdidas de rendimiento comúnmente ocurren en los años en los que los rendimientos deberían ser más altos. Si bien epifitias moderadas a graves pueden reducir el rendimiento de grano entre un 10% a 40%, algunos lotes individuales pueden sufrir pérdidas totales.

Conclusiones

- Las líneas en estudio y la variedad *Gaviota* (testigo), no fueron afectadas con la presencia de roya hasta el momento de la cosecha para forraje, por lo que pueden ser utilizadas sin restricción para tal propósito.
- Las variables de respuesta altura de planta y número de macollos/m², fueron las únicas variables que reportaron diferencias significativas entre las líneas en estudio; la línea LCIF 16/07 destacó por presentar los mayores resultados en los dos atributos forrajeros, las demás líneas, en algunos casos, presentaron una destacada altura de planta, pero menor número de macollos y viceversa; lo cual posiblemente compensó para que no se detecte diferencias significativas en producción de materia seca.

- El uso de fungicidas es una alternativa de manejo de las royas para producción de semilla, que debe ser adoptada de acuerdo a la presencia de la enfermedad, y a las condiciones ambientales las que gobiernan la magnitud del efecto de la enfermedad, sobre la producción de semilla.

Referencias citadas

- Campos P., Giménez F. 2011. Caracterización de la población patógena de *Puccinia coronata*, agente causal de roya de la hoja de avena en Argentina en los años 2007- 2008 y 2009. 2do Congreso Argentino de Fitopatología. Libro de Resúmenes. 1, 2 y 3 de junio de 2011. Mar del Plata, Buenos Aires. 197 p.
- Carson M. 2008. Oat Crown Rust. En línea. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=9919> Consultado en noviembre de 2019.
- Di Nucci B., Formento A., Velázquez J. 2012. Producción de forraje y comportamiento a la roya de la hoja de cultivos de avena en Entre Ríos. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Entre Ríos, Argentina. 6 p.
- Pérez J., Corró A. 2000. Roya de la avena. Control químico e incidencia sobre la calidad forrajera en la región semi-árida pampeana. INTA, EEA Anguil. Boletín de divulgación técnica N° 69. Anguil, Argentina. 24 p.
- Tomaso J. 2009. Documento base cadena avena. **En:** Programa Nacional Cereales. Documento base. PMP 2009-2011. INTA. p. 39-44.