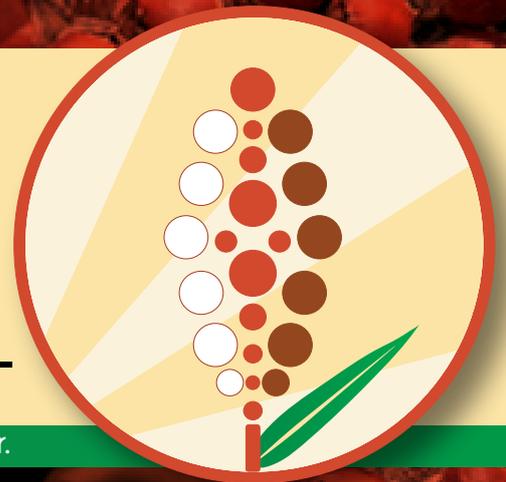


IV SIMPOSIO NACIONAL
II CONFERENCIA INTERNACIONAL
DE
SORGO

La alternativa rentable, segura, y sustentable para el productor.



PROTECCIÓN VEGETAL

**COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO
A ROYA (*Puccinia purpurea*) BAJO DIFERENTES
CONDICIONES CLIMÁTICAS CONDUCTIVAS**

Velazquez, P.D.; Díaz, M.G.; Kuttel, W.
Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Instituto Nacional de Tecnología
Agropecuaria (INTA). Ruta Provincial N° 11 Km 12,5 Oro Verde, Entre Ríos,
Argentina. E-mail: velazquez.pablo@inta.gob.ar

BEHAVIOUR OF GRANIFEROUS SORGHUM HYBRIDS TO RUST (*Puccinia
purpurea*) UNDER DIFFERENT CONDUCTIVE CLIMATE CONDITIONS

Abstract

In Argentina, sorghum (*Sorghum* spp.) is negatively affected by diseases that decrease grain and forage production, as well as the nutritional value of the crop. Among the rusts that affect the crop, the one caused by *Puccinia purpurea* is the most widely distributed worldwide. The different climatic scenarios that occur in each agricultural cycle greatly affect the moment of appearance and subsequent development of this disease, causing variable levels of incidence and severity. The objective was to determine the behaviour of graniferous sorghum hybrids to rust, under different conductive climatic conditions. The work was carried out in the agricultural cycles 2017/18 and 2018/19, in Oro Verde, Entre Ríos, on 25 and 16 genotypes of grain sorghum, respectively. The 2017/18 cycle was characterized by low rain and high temperatures in relation to the historical series. On the contrary, in 2018/19 there were excessively humid conditions, with mild temperatures. The levels of the area under the disease progress curve (AUDPC) constructed from severity data discriminated the behaviour of the hybrids to rust and during the 2018/19 cycle were higher than those of the 2017/18 cycle. The use of the AUDPC is an adequate methodology that allows to characterize hybrids, even under non-conductive climatic conditions.

Palabras claves

Sorgo, roya, severidad, condiciones climáticas.

Key words

Sorghum, rust, severity, climatic conditions.

INTRODUCCIÓN

La producción de grano y forraje de sorgo (*Sorghum* spp.), así como el valor nutritivo del cultivo, son afectados negativamente por diversas enfermedades. La importancia relativa de cada una, en cada región y ciclo agrícola, dependerá de las condiciones ambientales, genotipos utilizados, prácticas culturales, razas o biotipos del patógeno, así como de la interacción de cualquiera de estos factores (Giorda, 1997). Entre las royas que afectan al cultivo, la ocasionada por *Puccinia purpurea* es la de más amplia distribución a nivel mundial. El patógeno es un hongo biotrófico que sobrevive de una estación a otra en especies perennes, como el sorgo de Alepo (*S. halepense*), y en plantas de sorgo voluntarias (Frederiksen, 1986). La enfermedad se caracteriza por las pústulas (uredinios) castaño-rojizas, ferruginosas, en ambas caras de la hoja, rodeadas por un área púrpura, castaño oscura o rojiza según el genotipo, en ocasiones con áreas amarillentas, y con urediniosporas en su interior.

En general, la roya aparece tardíamente, a partir de floración. En este caso, las pérdidas de rendimiento no son importantes (Doggett, 1988; Ryley *et al.*, 2002). Sin embargo, en presencia de cultivares altamente susceptibles y condiciones favorables, puede manifestarse en plantas jóvenes, antes de la floración, resultando en pérdidas de hasta 65% en la producción de granos (Da Silva Ferreira *et al.*, 2007). Además, puede

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en los ciclos agrícolas 2017/18 y 2018/19, sobre genotipos de sorgo con destino para grano, pertenecientes a los ECR de sorgo de la EEA Paraná del INTA (Oro Verde, Entre Ríos, 31°51'07,4"S; 60°32'18,6"O, 108 msnm). Las siembras se efectuaron el 22/11/17 y el 01/11/18, respectivamente, sobre

predisponer al sorgo a otras enfermedades como podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) y la podredumbre del tallo por *Fusarium* (Frederiksen, 1980). En Argentina, es una de las enfermedades endémicas del cultivo y, en las regiones centro y norte, es citada como importante en determinadas ocasiones (Giorda, 2002).

En cada ciclo agrícola se presentan diferentes escenarios climáticos que inciden en gran medida sobre el momento de aparición y el posterior desarrollo de la enfermedad, ocasionando niveles variables de incidencia y severidad. Durante el ciclo agrícola 2016/17, en los Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR) de sorgo de la EEA Paraná del INTA (Oro Verde, Entre Ríos), se registraron niveles elevados de prevalencia, incidencia y severidad de roya, coincidentes con lluvias abundantes registradas entre diciembre de 2016 y febrero de 2017 que superaron ampliamente el promedio histórico (Velazquez, 2017).

El manejo de la roya del sorgo se basa principalmente en el empleo de híbridos resistentes o de buen comportamiento (Frederiksen, 1986; Giorda, 1997; Da Silva Ferreira *et al.*, 2007) y conocer el perfil sanitario de los mismos constituye una importante herramienta a utilizar al momento de elegir los genotipos a sembrar. El objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento de híbridos de sorgo graníferos a la roya, bajo diferentes condiciones climáticas conductivas.

un suelo Argiudol ácuico, serie Tezanos Pinto, mediante sistema directo y una distancia entre surcos de 0,52 m.

En el ciclo 2017/18 se implantaron 25 híbridos: Spring T60, Nugrain 440 T, Summer II, Nusil 484 DP, Nugrain 300, Atacama 70M, Pilagá 71M, Guaraní 77M, RGT Gglory, RGT Oreggon, SAC 100, Argensor 134T, A 9758 M, A 9770 M, 12 GS 9030, ACA 558, ACA 548, ACA 563,

ACA Exp. GR 209, PS 55, Takurí, Pitavá, TOB 60T, TOB 62T y TB 2817. Por otra parte, en el ciclo 2018/19 se implantaron 16 híbridos: Takurí, PS 55, Wichi 70R, Pilagá 71M, Atacama 70M, Summer II, Spring T60, Nugrain 300, Nugrain 440 T, Nugrain 441 IG, Jowar Food II, Argensor S Exp. 8385, Argensor S Exp. 8410, ACA 563, ACA Exp. GR 141 y Ciclón.

El diseño experimental utilizado en el ciclo 2017/18 fue un alfa lattice con tres repeticiones y la unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 12,5 m² (cuatro surcos de 6 m de longitud). En el ciclo 2018/19, el diseño fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y la unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 10,4 m² (cuatro surcos de 5 m de longitud).

En ambos ciclos agrícolas, los resultados del análisis de suelo previo a la siembra, determinaron la fertilización con 65 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (18-46-0) al momento de la misma, y 200 kg ha⁻¹ de urea (46-0-0) + 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio (21-0-0 24S) en el estado fenológico V4-V5 (cuatro a cinco hojas expandidas). El control de malezas se realizó en barbecho y preemergencia, así como el de mosquita del sorgo (*Contarinia sorghicola*) y astilo moteado o siete de oro (*Astylus atromaculatus*).

Los ensayos se monitorearon periódicamente a partir de los primeros estadios vegetativos. En cada ciclo agrícola, las evaluaciones de roya se realizaron en tres momentos; en 2017/18, los días 31/01 (70 días desde la siembra, dds), 14/02 (84 dds) y 22/02 (92 dds), y en 2018/19, los días 14/01 (74 dds), 24/01 (84 dds) y 05/02 (96 dds). En cada fecha se estimaron incidencia (% de plantas enfermas) y severidad (% de área foliar afectada) considerando todas las plantas situadas en los dos surcos centrales de cada parcela. La severidad se registró empleando la escala de Esker (2008) para roya común del maíz (*P. sorghi*). A partir de los datos de severidad, se construyó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).

Los datos de ABCPE se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con la prueba LSD (5%) empleando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020). La influencia de los factores agroclimáticos se analizó utilizando los registros de lluvia, humedad relativa (HR) y temperatura mínima (Tmin), máxima (Tmax) y media (Tmed) del Observatorio Agrometeorológico de la EEA Paraná, desde noviembre hasta febrero de cada ciclo agrícola considerado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas del ciclo agrícola 2017/18 se caracterizaron por la escasez de lluvias y elevadas temperaturas en relación a los promedios históricos (Tabla 1). Durante el período comprendido entre la siembra y la primera evaluación de la enfermedad, el cultivo recibió 95 mm de lluvia, y los registros promedios de Tmin y Tmax fueron de 18,6 y 31,4 °C, respectivamente, con una HR promedio de 61%; en enero y febrero se registraron solo 4 días con HR ≥ 80% (datos no presentados). Por el contrario, el ciclo agrícola 2018/19

presentó condiciones excesivamente húmedas, sin variaciones importantes en cuanto a las temperaturas. Durante noviembre y enero se registraron abundantes lluvias que superaron ampliamente el promedio histórico. Entre la siembra y la primera evaluación de la enfermedad, llovieron 623,3 mm, y los valores promedio de Tmin y Tmax fueron de 17,4 y 28,5 °C, respectivamente, con una HR promedio de 71%; en enero, se registraron 19 días con un valor diario de HR ≥ 80% (datos no presentados).

Tabla 1. Registros de lluvia y temperatura media para los ciclos agrícolas 2017/18 y 2018/19 y la serie histórica 1934-2020. Fuente: Observatorio Agrometeorológico INTA EEA Paraná.

Ciclo/Años	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Promedio/ Total
Lluvias (mm)					
2017/18	82,2	78,4	11,6	23,4	195,6
2018/19	*345,9	116,8	*364,6	134,4	961,7
1934-2020	112,6	119,1	120,2	111,7	463,9
Temperatura media (°C)					
2017/18	21,3	25,1	25,9	26,3	24,7
2018/19	21,7	23,5	24,7	24,2	23,5
1934-2020	20,9	23,5	24,9	23,9	23,3

*Récord histórico.

En el ciclo 2017/18, la roya se hizo evidente a fines de enero (69 dds, panoja embuchada-floración) y en el 96% de los híbridos (24/25). En la última evaluación (92 dds, grano pastoso) la prevalencia fue de 100% (25/25), con niveles variables de incidencia (15-100%) y bajos de severidad (0,01-2,5%); el 88% (22/25) de los híbridos presentó una incidencia de 50% o más, mientras que solo el 8% (2/25) manifestó una severidad igual o mayor a 2%. Los híbridos mostraron diferencias significativas en cuanto al ABCPE ($R^2=0,78$; $CV=70\%$; $p<0,0001$), lo cual permitió discriminar el comportamiento de los mismos a la

enfermedad (Figura 1.A). En el ciclo 2018/19, la enfermedad se observó tempranamente, a comienzos de enero (64 dds, V10, diez hojas expandidas). Tanto la incidencia como la severidad se incrementaron rápidamente y en la última evaluación (96 dds, grano lechoso a grano pastoso), presentaron valores de 75-100 y 2-33%, respectivamente; el 44% (7/16) de los híbridos manifestó una severidad igual o mayor al 25%. El análisis determinó diferencias significativas entre los híbridos ($R^2=0,89$; $CV=29\%$; $p<0,0001$) y permitió al ABCPE discriminar el comportamiento a la enfermedad (Figura 1.B).

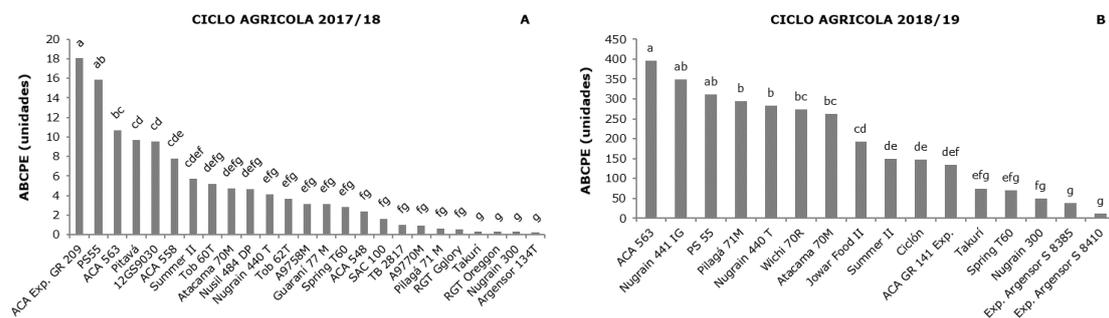


Figura 1. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para roya en híbridos para grano. Ciclos agrícolas 2017/18 (A) y 2018/19 (B). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

En general, los mayores niveles de ABCPE se registraron en el ciclo agrícola 2018/19. De los nueve híbridos implantados en ambos ciclos agrícolas (Spring T60, Nugrain 440T, Nugrain 300, Summer II, Atacama

70M, Pilagá 71M, ACA 563, PS 55 y Takurí), todos presentaron un incremento del ABCPE en el ciclo 2018/19. La ausencia de períodos prolongados de mojado foliar (MF) y las altas temperaturas durante el ciclo

2017/18, determinaron condiciones poco conductivas para el incremento de la severidad. Por el contrario, en 2018/19, las condiciones más húmedas y menos cálidas favorecieron el desarrollo más temprano de la epifitias, resultando en mayores valores de severidad y, en consecuencia, del ABCPE, coincidiendo con lo expresado por White *et al.* (2012). La germinación de las urediniosporas de *P. purpurea* y la posterior infección requieren un mínimo de 4-8 h de MF, mientras que la máxima severidad de la enfermedad se logra con 20 °C, 24 h de MF y 16 h continuas de oscuridad

(White *et al.*, 2014). En Australia, las epidemias de roya se desarrollan tardíamente, hacia el final del ciclo del cultivo, a medida que disminuye la temperatura del aire y aumentan el número de horas de MF y la cantidad de inóculo disponible en el ambiente. Sin embargo, si dichas condiciones se manifiestan durante las primeras fases del desarrollo del cultivo, como las presentadas en este trabajo, pueden ocasionar graves epifitias, con altos niveles de infección en floración y llenado temprano del grano, con el correspondiente impacto negativo sobre el rendimiento (Ryley *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

Durante el ciclo 2017/18, la escasez de lluvias y las altas temperaturas fueron poco favorables para el desarrollo epifítico de la roya. Por el contrario, en el ciclo 2018/19, las condiciones más húmedas y menos cálidas favorecieron su aparición más temprana, resultando en mayores niveles de incidencia, severidad y área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE). Este último parámetro logró discriminar el comportamiento de los híbridos a la roya en ambos ciclos agrícolas. El empleo del ABCPE es una metodología adecuada que permite caracterizar híbridos, incluso en condiciones climáticas poco conductivas.

Citas bibliográficas

- DA SILVA FERREIRA A., CASELA C.R. e N.F.J. de ALMEIDA PINTO 2007. Manejo de doenças na cultura do sorgo. Circular Técnica 89. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 20 p.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZÁLEZ L., TABLADA M. y C.W. ROBLEDO 2020. InfoStat, versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DOGGETT H. 1988. Sorghum diseases. Chapter 11. Sorghum. 2nd Edition. Longman Scientific & Technical, London, UK. p. 343-367.
- ESKER P. 2008. Estimating common rust on corn. Wisconsin Crop Manager 15(23):1-2.
- FREDERIKSEN R.A. 1980. Sorghum rust. In: Williams R.J. and R.A. Frederiksen (Eds.). A world review. ICRISAT. Patancheru, AP, India. p. 240-242.
- FREDERIKSEN R.A. 1986. Compendium of sorghum diseases. APS Press, St. Paul, MN. 82 p.
- GIORDA L.M. 1997. Enfermedades. En: Giorda L.M. (Ed.). Sorgo granífero. INTA Centro Regional Córdoba. EEA Manfredi. p. 40-46.
- GIORDA L.M. 2002. Sorghum diseases in Argentina. Chapter 65. In: Leslie J.F. (Ed.). Sorghum and millet diseases. Iowa State Press, Ames, Iowa. p. 389-392.
- RILEY M.J., PERSLEY D.M., JORDAN D.R. and R.G. HENZELL 2002. Status of sorghum and pearl millet diseases in Australia. Chapter 73. In: Leslie J.F. (Ed.). Sorghum and millet diseases. Iowa State Press, Ames, Iowa. p. 441-448.
- VELAZQUEZ P.D. 2017. Ataque severo de roya en híbridos de sorgo en Paraná, Entre Ríos, durante el ciclo agrícola 2016/17. Serie Extensión INTA Paraná 81:99-107. <https://inta.gob.ar/documentos/ataque-severo-de-roya-en-hibridos-de-sorgo-en-parana-entre-rios-durante-el-ciclo-agricola-2016-17> [Verificación: julio de 2021].
- WHITE J.A., RILEY M.J., GEORGE D.L. and G.A. KONG 2014. Optimal environmental conditions for infection and development of *Puccinia purpurea* on sorghum. Australasian Plant Pathol. 43:447-457.
- WHITE J.A., RILEY M.J., GEORGE D.L., KONG G.A. and S.C WHITE 2012. Yield losses in grain sorghum due to rust infection. Australasian Plant Pathol. 41:85-91.