

# Control químico del falso carbón en diferentes estados fenológicos del cultivo de arroz

## Chemical control of rice false smut at different growth stages of rice crop

Revista sobre estudios e investigaciones del saber

Marcelo José Barúa Acosta<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Itapúa. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Encarnación, Paraguay. agromarc19@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2795-4579>

Susana Alejandra Gutiérrez<sup>2</sup> 

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. suarroz@yahoo.com.ar  
<https://orcid.org/0000-0001-8050-9322>

Lidia Quintana<sup>3</sup> 

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Itapúa. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Encarnación, Paraguay. lviedmaq@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-8889-0970>

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Itapúa. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Encarnación, Paraguay. lviedmaq@gmail.com

### Resumen

En las últimas campañas agrícolas se observó un incremento en la incidencia del falso carbón del arroz causado por el hongo *Ustilaginoidea virens*, en varias regiones productoras del Paraguay. Los fungicidas utilizados actualmente en arroz, son recomendados para el control de enfermedades foliares, desconociéndose su efecto para aquellas que afectan a la panoja. Con tal motivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de una mezcla de fungicidas aplicados en diferentes estadios reproductivos del cultivo, para el control de la enfermedad. Se realizó un ensayo de campo, en parcelas con infección natural de la enfermedad, aplicando la mezcla de los fungicidas azoxistrobina 20 % + difenoconazole 12,5% (400 cc por ha), en los siguientes estadios: R1; R2; R3; R4; R4+R6; R2+R3; R3+R4; R2+R3+R4; y R1+R2+R3+R4+R6 (10 tratamientos incluido un testigo sin fungicida). Los resultados obtenidos demostraron que 2 aplicaciones realizadas en los estadios R2+R3; R3+R4 y 5 en R1+R2+R3+R4+R6, redujeron la incidencia de la enfermedad en 85, 89 y 81 % respectivamente con relación al testigo; se observó un incremento en el rendimiento del cultivo de hasta 28% en las parcelas tratadas. Desde el punto de vista económico, la aplicación del fungicida en los dos estadios mencionados disminuye la incidencia del falso carbón.

**Palabras-clave:** Fungicida.

Azoxystrobin+difenoconazole. Incidencia.  
*Ustilaginoidea virens*.

### Abstract

An increase in the incidence of the false smut of rice caused by the fungus *Ustilaginoidea virens* has been observed in the last years on the most sown variety IRGA 424 in various producing regions in Paraguay. The majority of the fungicides currently used in the country are recommended for leaf spots and rice blast and for this reason the objective of this study was to determine the efficiency of a combination of fungicides applied at different phenological stages for the rice false smut control. The combination of two commercial fungicides was evaluated, Azoxystrobin 20 % + Difenoconazol 12,5 % with a dosage of 400cc/ha, on plots with natural infection of the disease. The application was made on the following growth stages: R1; R2; R3; R4; R4+R6; R2+R3; R3+R4; R2+R3+R4; R1+R2+R3+R4+R6, totalizing 10 treatments including a non-protected control. The results show that 2 applications made on the stages R2+R3; R3+R4 and 5 applications on R1+R2+R3+R4+R6 reduced numerically the incidence of the disease by 85, 89 and 81 % respectively, compared to the non-protected control. Yield was increased up to 28% on treated plots. From an economic point of view, the application of the fungicide at 2 reproductive stages is sufficient for the management of the disease.

**Key-words:** Fungicide.

Azoxystrobin+difenoconazol, incidence,  
*Ustilaginoidea virens*.

Área del conocimiento: Ciencias Agrarias

Correo de Correspondencia: lviedmaq@gmail.com

Conflictos de Interés: Los autores declaran no tener conflictos de intereses

 Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY

Fecha de recepción: 29/06/2020

Fecha de Aprobación: 29/07/2021

Página Web: <http://publicaciones.uni.edu.py/index.php/rseisa>

Citación recomendada: Barúa Acosta, M. J., Gutiérrez, S. A., Quintana, L., (2021). Control químico del falso carbón en diferentes estados fenológicos del cultivo de arroz. Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico (Encarnación), 15(15): e2021005

## Introducción

El falso carbón del arroz o carbón verde (green smut) causado por el ascomyceto *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Tak., teleomorfo *Villosiclava virens* (Nakata) Tanaka & Tanaka, es una enfermedad de importancia creciente en cultivos de arroz en varios países del mundo; fue detectado en Asia, Australia, Costa Rica, República Dominicana, Méjico, América del Sur y Estados Unidos (Chen *et al.*, 2013, Fan *et al.*, 2016; Mahmud, 2019). Se reportaron pérdidas en rendimiento entre 5 y 50% en la producción de granos de arroz (Bhargava *et al.*, 2018, Gao *et al.*, 2010).

Su presencia en el campo está relacionada con suelos fértiles, periodos lluviosos, con alta humedad durante la floración del cultivo. En el estado final de bota del cultivo previo a la floración, el hongo invade las panojas, afectando el rendimiento y la calidad del grano aunque también puede provocar toxicidad en humanos y animales por la producción de micotoxinas (Ashisawa *et al.*, 2010; 2011).

En el Paraguay, el falso carbón se presentó por primera vez en el cultivo de arroz, con intensidad variable durante el año 2015 debido al fenómeno del Niño, y su ocurrencia fue constatada en diferentes regiones productoras del país afectando a todas las variedades sembradas (Quintana *et al.*, 2017). Los síntomas se presentan en panojas cuyos granos son reemplazados por masas globosas, rodeadas por las glumas del grano, de aspecto aterciopelado, color amarillo naranja, pero que luego adquieren una coloración gris verdoso. Las masas globosas están formadas por las clamidosporas del hongo las cuales constituyen el inóculo primario de la enfermedad, si bien también puede desarrollar esclerocios, que sobreviven en el suelo junto a las clamidosporas e infectan las plantas de arroz.

La aplicación de fungicidas para el control de esta enfermedad, constituye uno de los métodos más factibles de realizar por los agricultores. A nivel mundial se mencionan algunos principios activos, tales como hidróxido de cobre, oxiclóruo de cobre, tebuconazole, propiconazole, difenoconazole, hexaconazole, entre otros, los cuales lograron entre 50 y 70% control de la enfermedad (Chen *et al.*, 2013; Fan *et al.*, 2016; Gao *et al.*, 2010). Al respecto, Hosagoudar (2018) reportó que la combinación de los fungicidas azoxystrobina (18,2%) + difenoconazole (11,4%) fue la más efectiva en el control de la enfermedad con dos pulverizaciones en estado de embuchamiento y después de la floración. Considerando la importancia creciente de esta enfermedad en Paraguay y la escasez de información referente a su control, el objetivo de este trabajo fue determinar la eficiencia de una mezcla de fungicidas

aplicado en diferentes estadios fenológicos del cultivo.

## Materiales y métodos

Se realizó un ensayo a campo, ubicado en el distrito de San Juan Bautista, departamento de Misiones (Paraguay), durante la campaña agrícola 2015/2016. Se utilizó la variedad de arroz IRGA 424, sembrada en un diseño experimental en bloques completos al azar con 4 repeticiones; cada unidad experimental consistió en surcos de 2 m de largo x 5 m de ancho (10 m<sup>2</sup>). Los tratamientos realizados fueron los siguientes: aplicación de la mezcla de dos fungicidas azoxystrobina 20 % + difenoconazole 12,5% en una dosis de 400 cc, pulverizando en los estadios R1; R2; R3; R4; R4+R6; R2+R3; R3+R4; R2+R3+R4; y R1+R2+R3+R4+R6, totalizando 10 tratamientos incluido un testigo sin protección química (Counce *et al.*, 2000).

Las aplicaciones fueron realizadas con un pulverizador a mochila con volumen de caldo de 117 l/ha.

Las muestras de plantas enfermas fueron extraídas 22 días después de la última aplicación del fungicida, en el estadio de llenado de grano. De cada unidad experimental, se recolectaron 5 plantas de las líneas próximas a la hilera central, para determinar la incidencia de la enfermedad (porcentaje de panojas afectadas):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{M}{S+M} \times 100$$

donde: M: N° de panojas afectadas S: N° de panojas sanas.

Las variables estudiadas fueron incidencia de la enfermedad, peso de 1000 semillas y rendimiento en kg/ha sometidas a análisis de varianza usando el programa estadístico Infostat (versión 2017) (Di Rienzo *et al.*, 2017) y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## Resultados y discusión

Durante la campaña 2015-2016, se realizó un ensayo a campo en parcelas sembradas con la variedad de arroz IRGA 424, expuesto a infección natural de la enfermedad falso carbón, sobre la cual se aplicó una mezcla de 2 fungicidas en diferentes estadios reproductivos.

Los resultados obtenidos señalan que la incidencia del falso carbón arrojó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) cuando se utilizó la mezcla de los dos fungicidas (Cuadro1), siendo que todos los

tratamientos evaluados redujeron significativamente la enfermedad, al ser comparados con el testigo.

Al analizar el efecto de dos aplicaciones realizadas en los estadios fenológicos R2+R3, R3+R4, y 4 aplicaciones en R2+R3+R4+R6, se observó una reducción de la incidencia de la enfermedad en 85, 89 y 81 % respectivamente en relación al tratamiento testigo, aunque no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados, probablemente por el bajo nivel de incidencia de la enfermedad y por el escaso intervalo de tiempo entre aplicaciones realizadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten inferir que la aplicación de fungicidas en los diferentes estadios de crecimiento del cultivo, demostraron un efecto positivo al disminuir la enfermedad en las panojas de arroz. Asimismo, concuerdan con lo reportado por otros autores, tales como Gao *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2013; Muniraju *et al.*, 2017, entre otros, quienes concluyeron que los fungicidas que pertenecen al grupo de inhibidores de la biosíntesis del ergosterol, manifiestan un efecto de disminución de la incidencia del falso carbón cuando tales tratamientos se realizan en el estado de embuchado del cultivo. Asimismo, Hosagoudar (2018) reportó que la combinación de azoxystrobina + difenoconazole fue muy eficaz para el control de la enfermedad.

#### Cuadro 1.

*Incidencia del falso carbón en la var. IRGA 424, con aplicación de fungicidas en diferentes estados fenológicos*

Tratamientos (momentos de aplicación de fungicida)	Incidencia (%)	Tukey 5%
T1 Testigo	5,38	C
T2 Aplicación R1	2,01	AB
T3 Aplicación R2	1,42	AB
T4 Aplicación R3	1,38	AB
T5 Aplicación R4	3,63	BC
T6 Aplicación R4, R6	2,18	AB
T7 Aplicación R2, R3	0,86	A
T8 Aplicación R3, R4	0,56	A
T9 Aplicación R2, R3, R4	1,32	AB
T10 Aplic. R1, R2, R3, R4, R6	0,86	A
Media	1,95	
Fc	7,22**	
CV	57,19	

Fc: F calculada ANAVA (CV): coeficiente de variación; \*\*: altamente significativo;

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

En relación a la variable peso de mil semillas, el análisis estadístico muestra diferencias no significativas; en tanto, al considerar la variable rendimiento, éste fue significativo ( $p < 0,05$ ).

Todos los tratamientos fungicidas aplicados en diferentes estados fenológicos lograron incrementar los rendimientos del cultivo (Cuadro 2). Con 5 aplicaciones, en el T10, se obtuvo 28% de incremento con relación al testigo, mientras que, con dos aplicaciones, este incremento fue de alrededor de 27 %. Esta situación permitió observar una ventaja de optar por aquellos tratamientos que recibieron dos aplicaciones, por el costo económico que involucra utilizar más de dos aplicaciones.

Por otro lado, una causa probable de esta situación podría ser que 5 aplicaciones en corto tiempo, habrían deteriorado las plantas en el ensayo, debido al movimiento del aplicador entre las plantas de arroz, lo cual se refleja en un escaso incremento de rendimiento, sumado a un alto costo de aplicación.

No obstante, si bien la aplicación de fungicidas en la incidencia del falso carbón del arroz e incrementaron el rendimiento de la variedad IRGA 424, se comprobó que aquellos tratamientos con 1 0 2 aplicaciones también lograron obtener altos rindes en el cultivo de arroz.

#### Cuadro 2.

*Peso de 1000 semillas y rendimiento de grano y comparación de medias de la var. IRGA 424, con aplicación de fungicidas en distintos estados fenológicos.*

Tratamientos (momentos de aplicación del fungicida)	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg/ha)	Tukey 5%
T1 Testigo	24	776 <sup>7</sup>	
T2 Aplicación R1	25	8636	AB
T3 Aplicación R2	25	9000	B C
T4 Aplicación R3	24	8942	B C
T5 Aplicación R4	25	9881	C
T6 Aplicación R4, R6	26	9816	C
T7 Aplicación R2, R3	26	9666	B C
T8 Aplicación R3, R4	25	9895	C
T9 Aplicación R2, R3, R4	26	9673	B C
T10 Aplicación R1, R2, R3, R4, R6	26	9955	C

Media	25,2	9324
Fc	2,13ns	9,86**
CV	3,17	4,9

Fc: F calculada en el análisis de varianza; CV: coeficiente de variación; ns: no significativo; \*\* altamente significativo. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

### Conclusiones

Todos los tratamientos con fungicidas evaluados en este experimento redujeron la incidencia del falso carbón del arroz e incrementaron el rendimiento de la variedad IRGA 424 comparados al testigo.

La aplicación de fungicidas foliares en estadios reproductivos, permitió obtener hasta un 28% de incremento de grano con relación al testigo.

No se encontraron diferencias entre los tratamientos con fungicidas evaluados en diferentes estados fenológicos del cultivo.

Los tratamientos realizados en dos estados reproductivos R2, R4 serían recomendables de utilizar, debido al menor costo de tratamiento.

### Referencias bibliográficas

Ansari, T., Khatun, M., Ahmed, M., Nessa, B., Khan, M., Monsur, M., Akhter, S., Ali, M., & Salam, M. (2017). Evaluation of fungicides for the control of rice false smut (*Ustilagoidea virens*). *Bangladesh Rice Journal*, 20(2), 61–66. <https://doi.org/10.3329/brj.v20i2.34129>

Ashizawa, T., Takahashi, M., Moriwaki, J., & Hirayae, K. (2010). Quantification of the rice false smut pathogen *Ustilagoidea virens* from soil in Japan using real-time PCR. *European Journal of Plant Pathology*, 128(2), 221-232. doi:10.1007/s10658-010-9647-4

Ashizawa, T., Takahashi, M., Moriwaki, J., & Hirayae, K. (2011). A refined inoculation method to evaluate false smut resistance in rice. *Journal of General Plant Pathology*, 77(1), 10-16.

Bhargava, P., Kumar, A., & Kumar S. 2018. Epidemiological studies of false smut disease of rice (*Ustilagoidea virens*) in Bihar. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(1): 1537-1540.

Chen, Y., Zhang, Y., Yao, J., Li, Y.-F., Yang, X., Wang, W.-X., Zhang, A.F., & Gao, T.C. (2013). Frequency distribution of sensitivity of *Ustilagoidea virens* to four EBI fungicides, prochloraz, difenoconazole, propiconazole and tebuconazole, and their efficacy in controlling rice false smut in Anhui Province of China. *Phytoparasitica*, 41(3), 277-284. <https://doi.org/10.1007/s12600-013-0288->

Counce, P. A., Keisling, T. C., & Mitchell, A. J. (2000). A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, 40(2), 436-443. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402436x>

Di Rienzo, A., Casanoves, F., Balzarini, MG., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. (2017). *Grupo InfoStat*, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>

Fan, J., Yang, J., Wang, Y.Q., Li, G.B., Li, Y., Huang, F., & Wang, W.M. (2016). Current understanding on *Villosiclava virens*, a unique flower-infecting fungus causing rice false smut disease. *Molecular Plant Pathology*, 17(9), 1321-1330. <https://doi.org/10.1111/mpp.12362>

Gao, J., Han, M. & Zhang, X. (2010). Study on control effects of several pesticides on rice false smut. *J. Hebei Agric. Sci.*, 14: 76-77.

Hosagoudar, G.N. (2018). Evaluation of fungicides for the management of false smut of paddy. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6): 1870-1874.

Mahmud, H. (2019). False Smut (*Ustilagoidea virens* (Cke.) Tak.): 2019. A serious major constraint in rice (*Oryza sativa* L.) production. *Acta Scientifc Agriculture*, 3(1):101-102.

Muniraju, K.M., Devena, P., Mallesh, S.B., Kenganal, M.Y. y Guruprasad, G.S. (2017). Novel fungicides for the management of false smut disease of rice caused by *Ustilagoidea virens*. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 6: 2664-2669.

Quintana, L., Gutiérrez, L., Maidana, M. y Morinigo, K. (2017). Identificación del falso carbón del arroz. *Summa Phytopatologica*. 43, Supplement, Botacatu. SP.