

VIRUS DEL MOSAICO ESTRIADO DEL TRIGO (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) EN ARGENTINA: DETECCIONES EN LA CAMPAÑA 2021 Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA 2022

Alemandri V¹, Couretot L², Montoya M³, Alberione E⁴, Bainotti C⁴, Formento N⁵, Lanzillotta J.J.², Gómez Montenegro B⁶, Robledo R⁷.

1-INTA-CIAP-IPAVE – UFYMA (CONICET-INTA), 2-INTA Pergamino, 3-INTA Balcarce, 4-INTA Marcos Juárez, 5-INTA Paraná, 6- UFYMA (CONICET-INTA), 7-AAPPCE.

Durante la campaña triguera 2021 se presentaron numerosas consultas en distintas regiones productoras sobre síntomas de amarillamiento foliar con sospecha de virosis. Este informe presenta los resultados de las detecciones serológicas del virus del mosaico estriado del trigo o *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) en Argentina durante 2021. Asimismo, se mencionan las principales medidas de prevención para la campaña 2022.

Detecciones del WSMV en la campaña triguera 2021

Mediante un trabajo conjunto entre el IPAVE-CIAP-INTA, INTA Pergamino, INTA Balcarce, INTA Marcos Juárez, INTA Paraná y la Asociación Argentina de Protección Profesional de Cultivos Extensivos (AAPPCE) se recibieron y analizaron 215 muestras de trigo, 2 de cebada y una de avena, con sintomatología aparente de WSMV, para la detección del virus en el Laboratorio mediante la técnica serológica DAS-ELISA (con sueros comerciales). Un conjunto de esas muestras fue recolectado por participantes integrantes de AAPPCE (Julián Portugal, Esteban Bilbao, Ignacio Roca, Fabián Gamba, Luciano Piloni, Rita Robledo, Guillermo Garro, Analía Curti y Matías Pastore, con la coordinación del relevamiento de Rita Robledo).

La sintomatología observada en las muestras recibidas, en la mayoría de los casos, fue la característica de WSMV, tales como el mosaico estriado clorótico en hojas y en casos de enfermedad avanzada, las hojas presentaron además variado grado de necrosis (Figura 1).



Figura 1. Síntomas del virus del mosaico estriado del trigo o *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), mosaico estriado clorótico en hojas y distintos grados de necrosis.

De las 215 muestras de trigo recibidas durante la campaña 2021, 148 (69%) y una de avena resultaron positivas y, las 67 restantes, así como las dos de cebada, resultaron negativas

para el virus. En la Figura 2 se presenta un mapa con los 64 sitios donde se recolectaron las muestras analizadas, indicando en diferentes colores aquellos en donde las muestras resultaron positivas (54 puntos rojos) y sitios con muestras negativas (10 puntos verdes). Las muestras positivas se distribuyeron en las subregiones trigueras 1 (Pampa mesopotámica), 2 (Pampa ondulada norte), 3 (Pampa ondulada sur), 5 (Pampa serrana), 6 (Pampa subhúmeda sur), 7 (Pampa subhúmeda norte), 9 (Pampa semiárida central), 10 (Pampa semiárida sur) y la 26 (Llanos nordpatagónicos) (Figura 2). Los cultivares de trigo pan de CL (ciclo largo) e I (Intermedio) con muestras positivas incluyeron: ACA 360, Baguette 620, Baguette 802, Basilio, Buck Cambá, Buck Destello, Buck Resplandor, Cedro, Ciprés, DM Algarrobo, DM Pehuén, DM Sauce, Fresno, Jacarandá, Klein Cien Años, Klein Favorito II, Klein Guerrero, Klein Selenio, LG Lapacho, Maitén, MS INTA 119, Pre-comercial Catalpa, Pre-comercial IS TERO, Quiriko y SY 300. Los cultivares de trigo pan de CC (ciclo corto) con muestras positivas incluyeron: DM Ceibo, Klein Liebre, SY 330 y Klein Tauro. Una muestra de avena INTA Bonaerense Calen resultó positiva, así como también dos muestras de pre-comercial HB4 Bioceres, y una muestra de trigo candeal Bonaerense. En la Tabla 1 se presenta el número total de muestras analizadas, y las que resultaron positivas y negativas para cada cultivar.

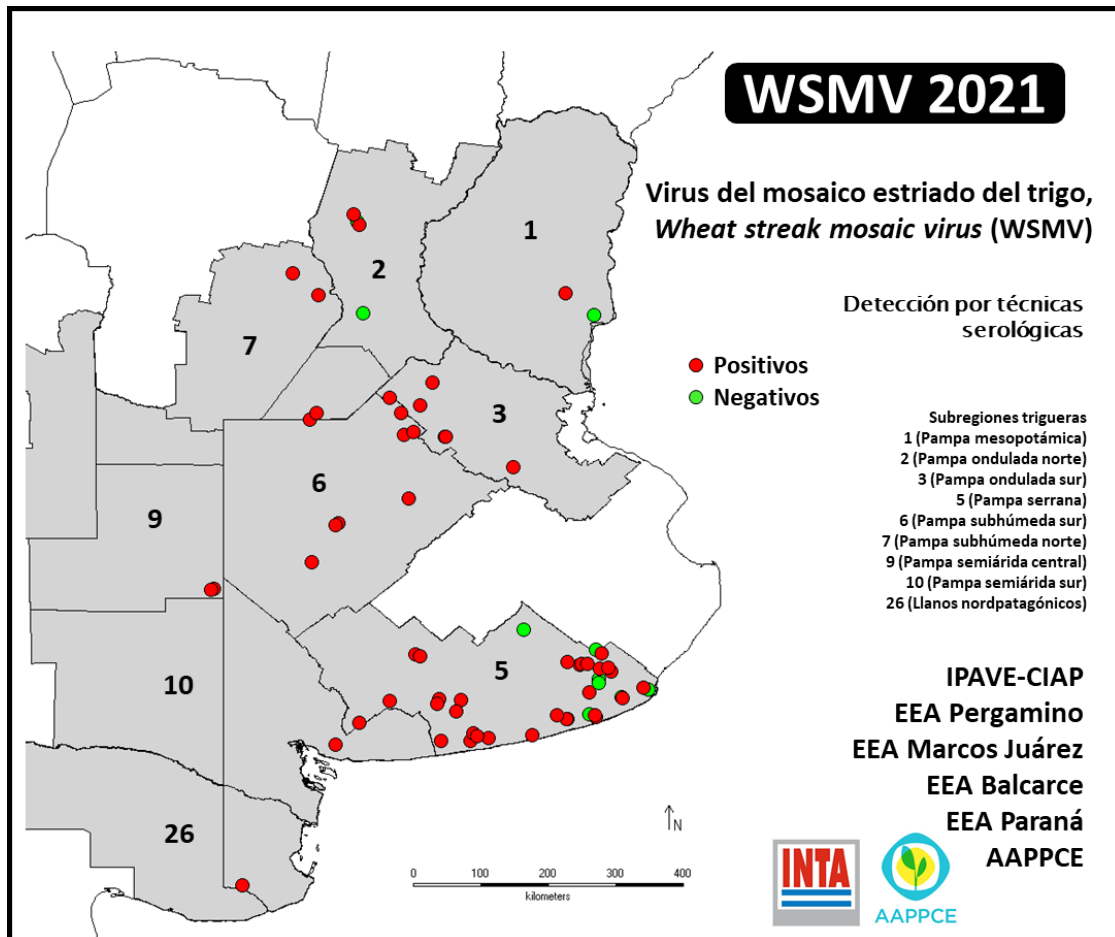


Figura 2. Sitios donde se recolectaron las muestras de trigo que se analizaron por serología para la detección del virus del mosaico estriado del trigo (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) en Argentina durante la campaña 2021. Muestras positivas (puntos rojos) y negativas (puntos verdes). Los números indican la región triguera según Abatte *et al.* (2021).

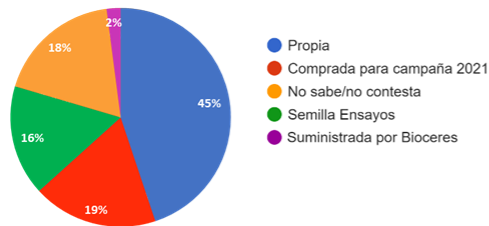


Tabla 1. Muestras analizadas (totales, positivas y negativas) para la detección del WSMV por cada cultivar durante la campaña de grano fino en Argentina 2021.

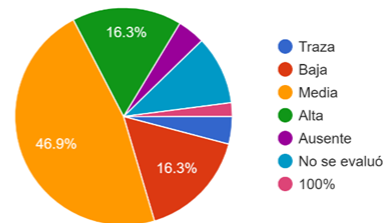
Cultivo /Cultivar	N° de muestras analizadas	WSMV	
		Positivo	Negativo
TRIGO PAN			
ACA 360	2	2	0
Baguette 620	10	10	0
Baguette 802	32	18	0
Basilio	13	11	2
Buck Cambá	10	6	4
Buck Destello	3	3	0
Buck Resplandor	1	1	0
Cedro	3	1	2
Ciprés	3	3	0
DM Algarrobo	2	1	1
DM Ceibo	6	4	2
DM Ñandubay	2	0	2
DM Pehuén	3	3	0
DM Sauce	3	1	2
Fresno	1	1	0
Jacarandá	1	1	0
Klein Cien años	2	2	0
Klein Favorito II	6	6	0
Klein Guerrero	2	2	0
Klein Liebre	2	2	0
Klein Selenio	1	1	0
Klein Tauro	3	3	0
LG Lapacho	1	1	0
Maitén	1	1	0
MS INTA 119	1	1	0
Nogal	2	0	2
Pre-comercial Catalpa	2	2	0
Pre-comercial HB4	2	2	0
Pre-comercial IS Tero	2	2	0
Quiriko	2	2	0
SY 200	2	0	2
SY 300	2	2	0
SY 330	2	2	0
TRIGO CANDEAL			
Bonaerense	1	1	0
AVENA			
INTA Bonarense Calén	1	1	0
CEBADA			
Montoya	2	0	2

Por otro lado, se realizó una encuesta a las personas que enviaron las muestras con sospecha del virus. En la Figura 3 se observan los gráficos con los porcentajes de las respuestas. Brevemente, respecto del origen de la semilla de las muestras remitidas, la mayoría fue propia. En la mayoría de los casos se utilizó siembra directa, y soja como antecesor. La mayoría de los encuestados manifestó observar una incidencia media (porcentaje de plantas infectadas) de la enfermedad (49%), del mismo modo que la severidad (51%). Por otra parte, la mayoría (40.8%) manifestó no haber observado trigos voluntarios (“guachos”) o cultivos de cobertura (gramíneas) en lotes linderos al lote afectado, y si, un 34.7 %, un 8% tenían trigos “guachos” lejos, y un 2% observó verdeos de avena al lado del lote.

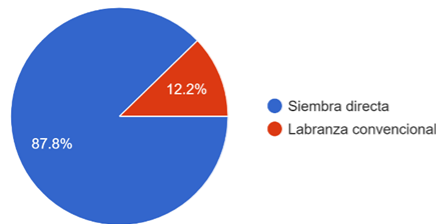
Origen de la semilla



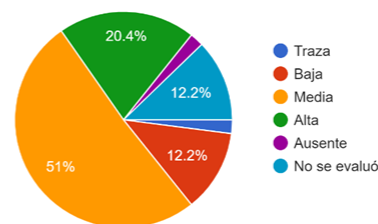
Incidencia



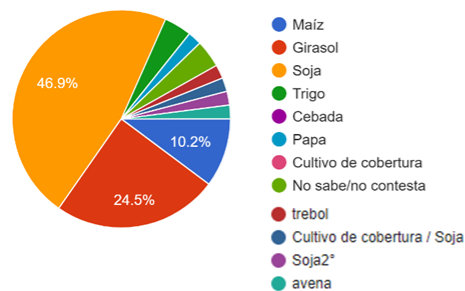
Tipo de labranza



Severidad



Antecesor del cultivo



Trigos guachos o cultivos gramíneas de cobertura en lotes linderos



Figura 3. Respuestas obtenidas mediante una encuesta a las personas que enviaron las muestras de trigo con sospecha del virus WSMV para ser analizadas en el Laboratorio durante la campaña 2021.

Acerca del virus del mosaico estriado del trigo o *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) y del ácaro vector

WSMV es la especie tipo del género *Tritimovirus* perteneciente a la familia *Potyviridae* (Stenger *et al.*, 1998). Este virus es naturalmente transmitido por el ácaro *Aceria tosichella*

Keifer, conocido como ácaro del enrollamiento del trigo (Wheat Curl Mite, WCM) (Slykhuis, 1955), el cual es de un tamaño muy pequeño, midiendo 0,3 mm de largo (Keifer 1959) (Figura 4). Los dos principales síntomas causados por WSMV en trigo son mosaico y estriado en las hojas (Murray *et al.*, 1998; Ellis *et al.*, 2003). Los síntomas pueden progresar a clorosis, necrosis, enanismo severo, plantas estériles o con producción de semillas vanas y eventualmente muerte de la planta (Wiese, 1987; Ellis *et al.*, 2003).

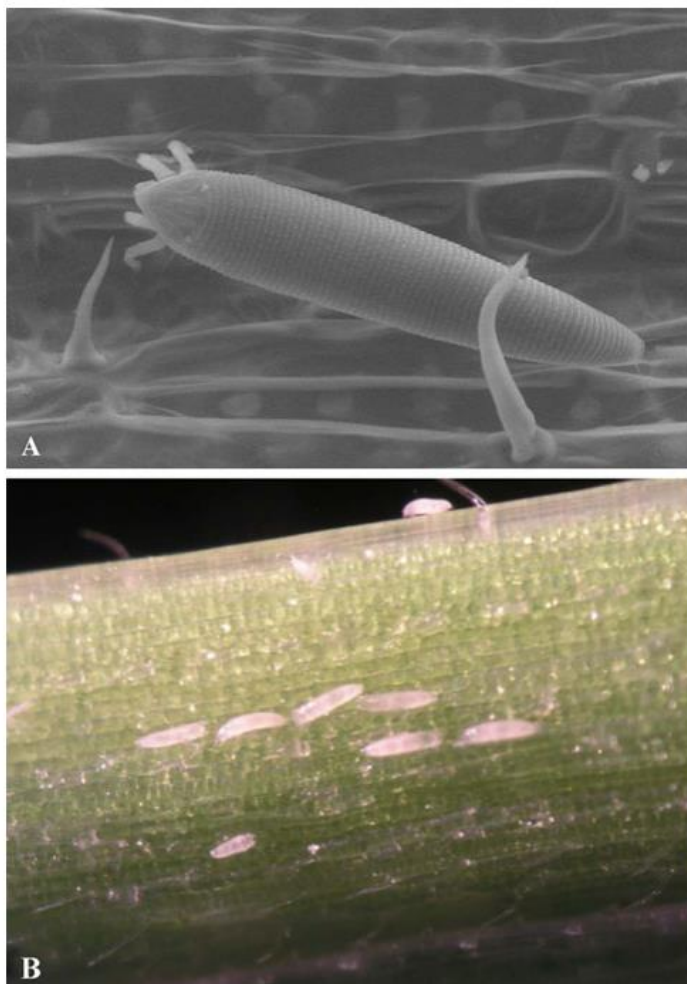


Figura 4. *Aceria tosichella*, ácaro del enrollamiento del trigo (Wheat Curl Mite, WCM) vector del virus del mosaico estriado del trigo o *Wheat streak mosaic virus* (WSMV). A: vista al microscopio del WCM. B: colonia de WCM sobre hoja de trigo. Fuente: Navia *et al.* (2013).

Esta virosis ha sido motivo de preocupación para productores de cereales y de estudio por investigadores durante al menos seis décadas, y sigue representando un desafío en términos de medidas de manejo (Navia *et al.*, 2013)

En Argentina el WSMV se detectó por primera vez en 2002, en el área central de la provincia de Córdoba (Marcos Juárez y Jesús María) (Truol *et al.*, 2004). Después de esta primera detección el virus fue considerado plaga no cuarentenaria reglamentada, según Resolución 248/2003 del

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2003). La presencia del WSMV fue reportada luego en las siguientes provincias: Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Salta, Tucumán, Santiago del Estero y La Pampa (Sagadin y Truol, 2005, 2007; Truol *et al.*, 2008; Truol, 2009). Fueron registrados altos porcentajes de incidencia, prevalencia y grados de severidad por WSMV en nuestro país. En 2007, se reportó una importante epifitía del WSMV en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, con porcentajes de hasta un 100% de incidencia y pérdidas totales en varios lotes analizados (Truol, 2009). Asimismo, se registró en esa zona un periodo con alta incidencia y severidad de WSMV entre 2008 y 2010 (Bariffi *et al.*, 2009). En 2012, se observaron condiciones similares de severidad y pérdidas de producción en la región triguera de Córdoba, con lotes enteramente afectados y no cosechados (Alemandri *et al.*, 2014).

El principal cultivo afectado por WSMV es el trigo, aunque también infecta a cebada, avena, triticale y maíz, entre otros (Brakke, 1971). En Argentina se ha detectado el WSMV (además del trigo) en gramíneas cultivadas o espontáneas, tales como *Avena sativa* L.,

Hordeum vulgare, *Zea mays*, *Setaria italica*, *Digitaria sanguinalis* L., *Echinochloa crusgalli* L., *Panicum* sp., *Brachiaria* sp., *Grama* sp., *Cynodon dactylon* L. y *Sorghum halepense* L. (Sagadin y Truol, 2008; Truol, 2009; Truol *et al.*, 2010). Por otra parte, el vector (WCM, *A. tosichella*) se encontró en aproximadamente 120 especies hospedantes de la familia *Poaceae* (Jeppson *et al.*, 1975; Amrine, 2003), entre ellos, maíz, avena, cebada, centeno y mijo. El WCM puede sobrevivir durante al menos 3 meses a temperaturas cercanas a cero, incluyendo varios días alrededor de -18°C (Townsend y Johnson, 1996). Además, este ácaro tiene la capacidad de persistir tanto en áreas semiáridas como templadas, con una distribución limitada por calor y estrés por sequía (Schiffer *et al.*, 2009). En la Tabla 2 se presenta la susceptibilidad de diferentes hospedantes a WSMV y al ácaro vector WCM registradas en EEUU (Wegulo *et al.*, 2008).

Tabla 2. Susceptibilidad de diferentes hospedantes al virus del mosaico estriado del trigo o *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) y al ácaro vector, *Aceria tosichella* Keifer (conocido como ácaro del enrollamiento del trigo, Wheat Curl Mite, WCM). Fuente: Wegulo *et al.* (2008).

Nombre común	Nombre Científico	Susceptibilidad al ácaro WCM	Susceptibilidad al WSMV
Especies cultivadas			
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	+++ ¹	+++
Maíz	<i>Zea mays</i>	+ ²	+ ³
Centeno	<i>Secale cereale</i>	++	+
Avena	<i>Avena sativa</i>	+	+
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	++	+
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	+	+
Cola de Zorro	<i>Setaria italica</i>	+	+
Mijo proso	<i>Panicum miliaceum</i>	-	+
Mijo perla	<i>Pennisetum glaucum</i>	+	
Malezas y otras gramíneas hospedantes			
Hierba de cabra	<i>Aegilops cylindrica</i>	+	+
Bromo velloso	<i>Bromus tectorum</i>	+	+
Bromo japonés	<i>Bromus japonicus</i>	-	+
Cheat grass	<i>Bromus secalinus</i>	-	+
Roseta	<i>Cenchrus pauciflorus</i>	+	+
Hierba de cangrejo	<i>Digitaria spp.</i>	+	+
Hierba de corral	<i>Echinochloa crusgalli</i>	+	++
Centeno silvestre de Canadá	<i>Elymus canadensis</i>	+	-
Hierba apesada	<i>Eragrostis cilianensis</i>	+	++
Hierba bruja	<i>Panicum capillare</i>	+	++
Cola De Zorro Verde	<i>Setaria viridis</i>	+	++
Cola de zorro amarillo	<i>Setaria glauca</i>	+	-

¹+++ = altamente susceptible, ++ = moderadamente susceptible, + = levemente susceptible, - = resistente. ²Los ácaros se acumulan en el maíz sólo durante las etapas reproductivas (desarrollo de mazorca). ³La mayoría de los híbridos comerciales son resistentes, algunas variedades o líneas puras susceptibles (Wegulo *et al.*, 2008).



La transmisión por semilla del WSMV ocurre en porcentajes considerados bajos (0,5 al 1,5 %) (Jones *et al.*, 2005; Lanoiselet *et al.*, 2008). Investigadores de EEUU consideran que la transmisión por semilla en su país tendría un impacto bajo sobre el ciclo de la enfermedad, ya que el ácaro y el virus están presentes en todas las zonas productoras de trigo. Esta forma de transmisión tendría un rol importante en la propagación del virus a otras zonas u otros países donde el virus aún no fue detectado, principalmente mediante el intercambio de germoplasma. En Argentina, estudios moleculares del virus indicaron que, al igual que lo ocurrido en EEUU, Australia y Europa, el WSMV habría ingresado al país a partir de un único foco, posiblemente por semilla (Alemndri, 2017). La transmisión por semilla del WSMV cumple un rol importante para su epidemiología. Por ejemplo, si se considera un porcentaje de transmisión por semillas de 0,1 % y una densidad de 100 plantas de trigo/m², significaría un potencial de 1000 plántulas infectadas con WSMV por hectárea distribuidas al azar en todo el cultivo, y si los ácaros vectores están presentes, se propagaría el virus dentro del lote (Coutts *et al.*, 2014). En experimentos de campo con trigo en Australia, se introdujeron diferentes números de plantas infectadas con WSMV e infectadas por los ácaros vectores para simular una infección de WSMV transmitido por semillas de 0,1 a 1,4 % dentro de las parcelas. Se encontró que la incidencia final de WSMV aumentó entre 17 y 97 % dependiendo del número de plantas infectadas presentes (Coutts *et al.*, 2014).

Medidas de prevención para el manejo del WSMV en 2022.

Considerando todo lo previo, el manejo del patosistema WSMV-*A. tosichella* se debe enfocar principalmente en la prevención, basada en el uso de medidas como prácticas culturales y utilización de materiales resistentes o tolerantes al virus y/o al ácaro (Wegulo *et al.*, 2008; McMullen y Waldstein, 2010). Para reducir el potencial de propagación del virus se busca principalmente interrumpir el ciclo de vida de *A. tosichella* destruyendo plantas voluntarias de cereales y malezas hospedantes que actúan como “puentes verdes” (Navia *et al.*, 2013). El cultivo de maíz juega un papel importante proporcionando un hospedante alternativo para el virus y el vector desde la cosecha del trigo hasta la emergencia del mismo en la próxima campaña. Otra medida de manejo consiste en no utilizar semilla proveniente de lotes enfermos (Thomas *et al.*, 2004; Jiang *et al.*, 2005; Coutts *et al.*, 2014). Además, se ha mencionado evitar la siembra temprana, para evitar los momentos en que las poblaciones de ácaros son más altas y disminuir el intervalo entre la siembra y las heladas (Wegulo *et al.*, 2008). Al presente, no hay opciones químicas como insecticidas u otros pesticidas que sean efectivos para controlar el ácaro vector *A. tosichella*.

Por lo tanto, las principales medidas de manejo que se recomiendan para el virus WSMV son las siguientes:

- ✓ **Eliminar los hospedantes potenciales del virus y del vector que actúan como “puentes verdes”** (cereales “guachos”, trigo, maíz, avena y malezas que crecen espontáneamente alrededor del campo o entre hileras) **antes de la siembra del cultivo de trigo** (al menos dos semanas antes) para garantizar que no haya propagación de inóculo.
- ✓ **Evitar utilizar semillas que provengan de lotes enfermos.**
- ✓ **Utilizar cultivares de trigo con buen comportamiento frente al virus WSMV** (Comportamiento Sanitario de Variedades de trigo – Reseña sobre WSMV Campaña 2021-22, Alberione *et al.*, 2022).



Financiamiento: Proyectos INTA I090, I126, I081, Proyecto de Unidad Ejecutora de Doble Dependencia (INTA-CONICET) N° 22920180100064 CO.

Bibliografía citada.

- Abatte PE, Miralles DJ, Ballesteros AHM. 2021. Nuevo mapa de subregiones trigueras argentinas y de otros cereales invernales 2021. Technical Report INASE, 8 pp. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/subregiones_trigueras_2021-06-18_final.pdf
- Alberione E, Salines N, Pozzi, E, Gomez, D, Frascina J, Bainotti C, Bonaire G, Formica B, Salines J, Campos P, Manlla A, Schut L, Rodríguez A, Lanzillota J, Couretot L, Corries F, Gomez Montenegro B, Alemandri V. 2022. Comportamiento sanitario de variedades de trigo en las subregiones PBN IIN-VN y POS IIN-IIS. Campaña 2021-22. <https://bit.ly/sntrigo21>. <https://inta.gob.ar/documentos/comportamiento-sanitario-de-variedades-de-trigo-en-las-subregiones-pbn-iin-vn-y-pos-iin-iis-campana-2021-22>.
- Alemandri V. 2017. Contribuciones biológicas y moleculares al conocimiento de la enfermedad del mosaico estriado del trigo. Tesis doctoral. Escuela para Graduados. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. pp. 175.
- Alemandri V, Dumón A, Rodríguez MS, Argüello E, Mattio F y Truol, G. 2014. Monitoreo e incidencia de virus transmitidos por *Aceria tosichella* Keifer. En: Jornadas de Cierre del Proyecto de Cooperación Internacional INTA-EMBRAPA. 6, 7 y 8 de Octubre de 2014, Córdoba, Argentina. p. 46-37.
- Amrine JW Jr. 2003. Catalog of the Eriophyoidea. A working catalog of the Eriophyoidea of the world. Ver. 1.0. Publicado en Internet, disponible en <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/acari/eriophyoidea>. Activo Junio 2011.
- Bariffi H, Montoya MRA, Colavita M, Pontaroli AC, Carmona D, Escande A, Quiroz F, Maneiro C. 2009. Virosis en Trigo. Noticias de Actualidad INTA Balcarce. Nov. 2009.
- Brakke M.K. 1971. Wheat streak mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 48. Assoc. 4 pp.
- Coutts BA, Banovic M, Kehoe MA, Severtson DL and Jones RC. 2014. Epidemiology of *Wheat streak mosaic virus* in wheat in a Mediterranean-type environment. Eur. J. Plant Pathol. 140: 797-813.
- Ellis MH, Rebetzke GJ and Chu P. 2003. First report of *wheat streak mosaic virus* in Australia. Plant Pathol. 52: 808.
- Jeppson LR, Keifer HH and Baker EW. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, Los Angeles.
- Jiang WKA, Garrett KA, Peterson DE, Harvey TL, Bowden RL and Fang L. 2005. The window of risk for emigration of *Wheat streak mosaic virus* varies with host eradication method. Plant Dis. 89: 853-858.
- Jones RAC, Coutts BA, Mackie AE, Dwyer GI. 2005. Seed transmission of *Wheat streak mosaic virus* shown unequivocally in wheat. Plant Dis. 89: 1048-1050.
- Keifer HH. 1959. Eriophyid studies XXVII. Bulletin of the California Department of Agriculture.
- Lanoiselet VM, Hind-Lanoiselet TL and Murray GM. 2008. Studies on the seed transmission of *Wheat streak mosaic virus*. Australas Plant Path. 37: 584-588.
- McMullen M and Waldstein D. 2010. Wheat streak mosaic. Plant Disease Management, NDSU Extension Service. PP-646. Publicado en Internet, disponible en <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/smgrains/pp646.pdf>. Activo Noviembre 2016.
- Murray TD, Parry DW and Cattlin ND. 1998. A Colour Handbook of Diseases of Small Grain Cereal Crops. London, UK: Manson Publishing.
- Navia D, de Mendonca RS, Skorachka A, Knihnicki D, Hein GL, Pereira PRV, Lau D and Truol G. 2013. Wheat curl mite, *Aceria tosichella*, and transmitted viruses: An expanding pest complex affecting cereal crops. Exp. Appl. Acarol. 59: 95-143.
- Sagadin M y Truol G. 2007. Maíz como reservorio del *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) que afecta al trigo en Argentina. 2007. Fitopatol. Brasil. 32: 249.
- Sagadin M y Truol G. 2005. Determinación de la incidencia y severidad de aislamientos argentinos del *Wheat streak mosaic virus* (WSMV). Fitopatología 40(2): 84.
- SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2003. Sanidad Vegetal. Resolución 248/2003. Boletín Oficial de la República Argentina N° 30.274, 1ª Sección. p. 14. Versión electrónica del Boletín Oficial Publicado en Internet, disponible en https://www.boletinoficial.gob.ar/#!DetalleNorma_BusquedaAvanzada/7257650/20031111. Activo Julio 2017.
- Slykhuis JT. 1955. *Aceria tulipae* Keifer (Acarina, Eriophyidae) in relation to the spread of wheat streak mosaic. Phytopathology 45: 116-128.
- Stenger DC, Hall JS, Choi IR and French R. 1998. Phylogenetic relationships within the family Potyviridae: *Wheat streak mosaic virus* and *Brome streak mosaic virus* are not members of the genus *Rymovirus*. Phytopathology 88: 782-787.
- Thomas JA, Lyon DJ and Hein GL. 2004. Spread of wheat curl mite and *Wheat streak mosaic virus* is influenced by volunteer wheat control methods. Plant Health Progress. doi.org/10.1094/PHP-2004-1206-01-RS.
- Truol G, French R, Sagadin M and Arneodo J. 2004. First report of *Wheat streak mosaic virus* infecting wheat in Argentina. Australas. Plant Path. 33(2): 137-138.
- Truol G. 2009. Enfermedades virales asociadas al cultivo de trigo en Argentina: reconocimiento, importancia, formas de transmisión y manejo. Editora G. Truol. Biglia Impresores. pp. 77.
- Truol G, Sagadin M and Rodriguez M. 2010. Fox tail millet (*Setaria italica* L.): a new reservoir species of the *wheat streak mosaic virus* (WSMV) in the province of Buenos Aires. Biocell 34: A135.
- Wegulo SN, Hein GL, Klein RN, French R.C. 2008. Managing *Wheat streak mosaic*. University of Nebraska, Extension. EC1871. Publicado en Internet, disponible en <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec1871.pdf>. Activo Noviembre 2016.
- Wiese MV. 1987. Compendium of Wheat Diseases, 2nd ed. APS, St. Paul, MN 80-81 pp.