

CAPITULO 10

ENFERMEDADES DEL MAÍZ DE SIEMBRA TARDÍA CAUSADAS POR VIRUS, MOLLICUTES Y BACTERIAS

Giménez Pecci M.P.¹, De Rossi R.L.², Maurino M.F.^{1,3}, Barontini J.^{1,3}, Druetta, M.⁴; Torrico A.K.¹, Ferrer M.¹, Oleszczuc D.⁵, Plazas M.C.², Guerra F.A.^{2,6}, Brücher E.², Guerra G.D.², Laguna I.G.^{1,3}

¹Instituto de Patología Vegetal (IPAVE CIAP INTA), ²Laboratorio de Fitopatología - Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Católica de Córdoba (UCC), ³IPAVE-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), ⁴EEA Este de Santiago del Estero (INTA), ⁵Monsanto Argentina, ⁶UCC-Conicet.

Introducción

Para advertir las diferencias existentes entre las enfermedades del maíz de fecha de siembra tardía respecto a las habituales en maíz de siembra temprana o “en fecha”, se debe considerar la interacción de los factores que intervienen en el “sistema enfermedad” o patosistema, a saber: el hospedante maíz, el o los patógenos, el ambiente incluyendo clima, vector, hospedantes alternativos, suelo, tecnologías, y finalmente el manejo del lote.

En principio, los maíces que se siembran en fechas tardías reciben mayor temperatura al comienzo del cultivo que los tempranos. Esta condición de mayor calor cuando la planta es pequeña, modifica el patosistema en varios aspectos. Por un lado, el cultivo está más expuesto a patógenos de zonas cálidas o a patógenos portados por vectores originados en zonas cálidas, que causan enfermedad al infectar la planta cuando ésta es pequeña y altamente susceptible, tal como el “corn stunt Spiroplasma” (*Spiroplasma kunkelii*, CSS) o el virus del rayado fino del maíz ambos portados por *Dalbulus maidis*, la chicharrita del maíz. Por otro lado, la mayor temperatura al inicio del período vegetativo produce una modificación en el desarrollo de síntomas: por ejemplo, las plantas infectadas con *S. kunkelii* expresan mucho más síntomas y más intensos, y en consecuencia, la reducción de rendimientos en los maíces es notablemente mayor.

En siembras tardías también hay más cantidad de inóculo de la mayoría de las patologías que se desarrollan en clima templado, pues ya se han producido varios ciclos de la enfermedad desde el inicio de la campaña agrícola: al inóculo primario que sobrevivió el invierno o se liberó en primavera, se le suma el proveniente de los cultivos tempranos de la misma campaña. Esto ocurre con las bacterias que están afectando los cultivos de maíz en Argentina. Por su parte, los sistemas de labranza mínima y siembra directa que dejan rastrojo en superficie, favorecen también el incremento de los inóculos que permanecen en rastrojo de un año al otro, lo que se potencia si la siembra es tardía, debido al mayor tiempo de permanencia de rastrojo anterior al cultivo. Estos son los casos de las bacteriosis y del virus del moteado clorótico del maíz (*Maize chlorotic mottle virus*, MCMV), un virus reemergente en Argentina.

Los cultivos de siembra tardía además suelen tener mucho más agua durante el ciclo, dado que la mayoría de las regiones donde se cultiva maíz en el país presenta lluvias otoño-estivales, por lo tanto, están más expuestos a aquellas enfermedades que requieren exceso de humedad. Tal

es el caso, nuevamente, de las enfermedades causadas por virus y mollicutes transmitidas por la chicharrita *D. maidis*, debido a que este cicadélido desarrolla sus poblaciones en ambientes cálidos con elevada humedad relativa (Virla et al. 2003).

Los patógenos y vectores que desarrollan sus poblaciones en ambientes cálidos, migran hacia las zonas más templadas en la medida que encuentran temperatura y hospedantes aptos y una vez establecidos en la zona de menor temperatura, podrían desarrollar variantes adaptadas a ese ambiente. Por este motivo, los maíces tardíos podrían estar cumpliendo el rol de introducir y establecer enfermedades características de zonas más cálidas, como algunas bacteriosis y la chicharrita *D. maidis* previamente citada. Finalmente, los maíces tardíos pueden cumplir el rol de puentes verdes para vectores como *D. maidis* o el ácaro *Aceria tocichella*, este último vector específico de dos virosis emergentes en maíz, el mosaico estriado del trigo (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) y el High Plains wheat mosaic virus (HPWMOV).

Al igual que en maíz temprano, la elección del híbrido a utilizar, la rotación de cultivos, la calidad de semilla, el monitoreo y otras medidas de manejo del cultivo, son factores que pueden afectar de una u otra manera a la incidencia de las patologías. A continuación se detallan algunas enfermedades del maíz en las que el cambio de fecha de siembra desde temprana a tardía, modifica sus patosistemas.

Bacteriosis

Diversos síntomas foliares se han observado en las últimas campañas. Los agentes causales de tan variados síntomas son muchos y en su análisis existe una alta proporción de infecciones mixtas (Plazas et al., 2014 a). Inicialmente se ven manchas de aspecto acuoso y translúcidas, que se alargan. En general con clima favorable, se desarrollan hasta generar lesiones alargadas, de 2 a 4 mm de ancho, que se extienden entre las nervaduras, a lo largo de la hoja y pueden llegar a unirse formando áreas necróticas mayores (**Fig 1**) (Munkvold and White, 2016).



Fig 1. Hoja de maíz con bacteriosis

Las lesiones son de color anaranjado o amarronadas con bordes amarillos en ocasiones de forma ondulada (CIMMYT, 2004). Las plantas son susceptibles desde estadíos tempranos y pueden aparecer nuevas manchas hasta en las hojas del estrato superior, incluso en las chalas de la espiga.

El porcentaje de híbridos afectados y su severidad se ha incrementado en las últimas campañas (Plazas et al., 2014), presentando síntomas el 52% de los híbridos evaluados en la campaña 2011/12 hasta el 100% de los híbridos en la campaña 2013/14 en el Centro Norte de Córdoba. Hasta el momento se ha logrado identificar las siguientes especies fitopatogénicas: *Acidovorax avenae*, *Acidovorax temperans*, *Burkholderia andropogonis*, *Pantoea ananatis*, *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*, *Pseudomonas syringae* y *Xantomonas vasicola*. Detectándose a su vez en las lesiones un gran número de especies endófitas y acompañantes, las cuales se desconoce su papel en el desarrollo de la infección (Plazas et al., 2014, 2015a, 2015b).

Para el manejo de las bacteriosis es importante tener en cuenta que estos patógenos perduran en los restos vegetales con actividad saprofítica, se transmiten por semilla y no son controlados por los ingredientes activos disponibles hoy en el mercado, por lo que su manejo depende de la prevención, medidas que realizadas antes de la siembra, están destinadas a evitar la aparición del patógeno en el cultivo (Vidaver and Lambrecht, 2004; Maloy, 2005). Algunas de ellas son: elección del lote; selección de materiales de mejor comportamiento; siembra de semilla sana; control de malezas hospedantes como sorgo de Alepo, maíz, trigo y sorgo guachos; y favorecer la mineralización, donde por competencia e inhibición con otros microorganismos se limita el tiempo de actividad saprofítica y se reduce la supervivencia. Si bien muchas bacterias fitopatógenas se ven favorecidas por alta humedad y algunas dependen del agua libre sobre la hoja, en estos casos el factor más predisponente a la penetración del patógeno es la producción de heridas generadas por fuertes vientos, con el roce entre las hojas y el daño de arena. En este sentido se puede planificar fechas de siembras basadas en evitar la mayor cantidad de temporales.

Enfermedades causadas por Mollicutes

El achaparramiento del maíz es una enfermedad de zonas cálidas, transmitido por *D. maidis*, chicharrita que desarrolla sus poblaciones en zonas cálidas. Esta enfermedad que se ha instalado definitivamente en el país, es típica de los cultivos tardíos por lo que se requiere tenerla en cuenta en el desarrollo de híbridos para siembra tardía. Es causada por Maize bushy stunt phytoplasma (MBSP) y/o *S. kunkelii* (CSS), procariotas de la clase Mollicutes, que se comportan de manera muy similar a los virus fitopatógenos. A la infección de uno o los dos mollicutes se le puede sumar el virus MRFV transmitido por el mismo vector. En Argentina se ha detectado la presencia de MBSP en el NOA, NEA y con menor frecuencia en el centro del país, si bien se lo registra generalmente con baja prevalencia, las plantas afectadas pueden presentar, entre otros síntomas, esterilidad de espigas y por consiguiente pérdidas en la producción (Carpane et al., 2012).



Fig 2. Planta con estrías cloróticas típicas causadas por *Spiroplasma kunkelii*.

CSS está presente en todo el territorio agrícola del país aunque es más importante en el Norte Argentino, donde el incremento en la superficie de siembra con híbridos templados, no seleccionados para enfermedades de la región subtropical, genera condiciones para que la misma se manifieste (**Fig 2**). La presencia del patógeno en las plantas se asocia a una disminución media de la producción del 70%, llegando a ser nula en plantas severamente afectadas (Virla et al., 2004). En ensayos de comportamiento de cultivares comerciales y precomerciales frente a infecciones naturales y forzadas por CSS, realizados en la provincia de Córdoba, se determinó una disminución del rendimiento entre 18-90%, entre los cultivares con mayor y menor tolerancia, respectivamente (Barontini et al., 2016).

Monitoreos de la presencia de CSS realizados entre 2011 y 2015 en la región subtropical del país (provincias del Chaco, Santiago del Estero, Salta y Tucumán), analizados por DAS-ELISA con sueros propios producidos en IPAVE – INTA (Giménez Pecci et al., 2009), registraron una tendencia creciente en incidencia y en prevalencia durante el quinquenio. Los valores de incidencia y prevalencia en 2014/15 fueron los mayores del período analizado: el 17% de los lotes de la región subtropical registraron el espiroplasma y casi 3% de las plantas de maíz prospectadas estuvieron enfermas, lo que se traduce en pérdidas de al menos el 1,5% de la producción de maíz de la región (**Fig 3 A y B**).

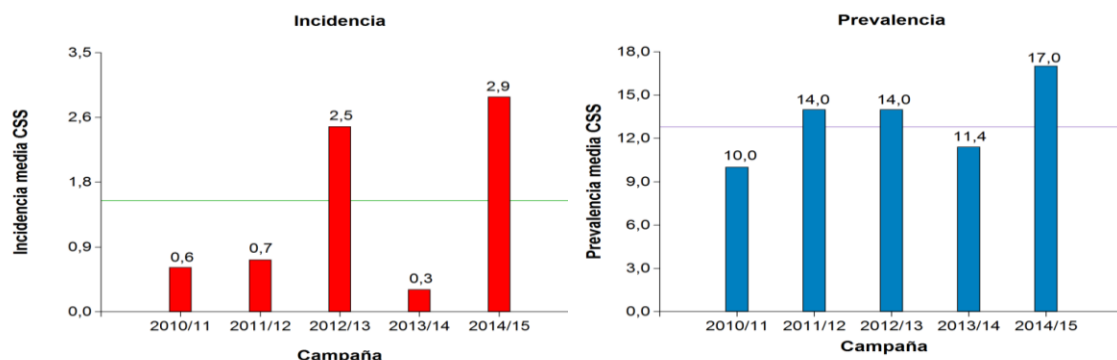


Fig. 3. A) Incidencia media de CSS durante 2011-2015 en la región subtropical. Línea verde: Incidencia media de CSS para dicho período. **B)** Prevalencia media de CSS durante 2011-2015 en la región subtropical. Línea violeta: Prevalencia media de CSS para dicho período (Druetta et al., 2016).

Virosis y necrosis letal del maíz

Los virus son parásitos obligados, esto implica que no son activos fuera de sus hospedantes ya que dependen de la maquinaria celular de los mismos para reproducirse. Todos los tipos de organismos vivos incluyendo animales, plantas, hongos y bacterias son hospedantes de virus, pero la mayoría de los virus infecta solo un tipo de hospedante (Gergerich and Dolja, 2006). Estos patógenos causan numerosas enfermedades en plantas y son responsables de grandes perjuicios en los cultivos (Laguna and Giménez Pecci, 2012; Pennazio et al., 1996). En vegetales, constituyen el segundo grupo de patógenos después de los hongos en cuanto al número e importancia de las enfermedades que causan (Fraile Pérez and García Arenal Rodríguez, 2005). Dependiendo de la combinación de virus y hospedante, y de las condiciones ambientales, la respuesta vegetal a una infección puede ser muy variada: las plantas infectadas pueden mostrar un espectro de síntomas, siendo los más frecuentes el amarillamiento de hojas, patrones de bandas o mosaicos, distorsión de hojas (enrollamiento, acartuchamiento, cortes), achaparramiento de planta completa, anormalidades en formación o nula producción de flores o frutos, manchado y deformación de semillas, declinamiento y muerte prematura de las plantas. En ocasiones los virus se restringen a ciertas regiones de la planta (manchas discretas en las hojas, áreas necróticas en pecíolos, frutos y tallos) aunque en la mayoría de los casos, causan infecciones sistémicas. La infección no siempre resulta en síntomas visibles, como en el caso de los virus latentes.

A diferencia de las ocasionadas por bacterias u hongos, las pérdidas causadas por virus en cultivos resultan difíciles de cuantificar, debido a una falta de reconocimiento de la manifestación de las enfermedades causadas por virus. Factores tales como variaciones en las pérdidas de región a región, de campaña a campaña, así como infecciones crípticas o efectos sutiles en las plantas, son algunos de los problemas al momento de intentar cuantificar los detrimentos causados por virus en la producción (Hull, 2009).

En Argentina, se han detectado al menos nueve virus en este cultivo, algunos ocasionan pérdidas de manera periódica, resultando a veces totales, como ocurre con el *Mal de Río Cuarto virus* (MRCV). Este virus se registra todos los años en el área comprendida entre el sur de la provincia de Córdoba, sudoeste de Santa Fe, oeste de Buenos Aires, norte y este de La Pampa y este de San Luis (Giménez Pecci et al., 2012). Su prevalencia se incrementa de norte a sur, llegando a valores del 40% hasta el paralelo 30°LS y 83% hasta el 37°LS. Se ha registrado que en ciclos de 3 a 4 años presenta picos de prevalencia superiores al 60% de lotes enfermos (Giménez Pecci et al., 2014). Previamente se comenta que en cultivos de maíz tardíos hay más cantidad de inóculo de la mayoría de los agentes patógenos que se desarrollan en clima templado; efectivamente esto ocurre en la mayoría pero no en todas las patologías, tal el caso del Mal de Río Cuarto, enfermedad que no es importante en siembras tardías debido al comportamiento del vector. Los vectores delfácidos que transmiten el virus llegan al maíz desde los cultivos de cereales de invierno senescentes, buscando alimento fresco. Ya que las siembras tardías de maíz no se superponen con cultivos senescentes de cereales de invierno; en fecha tardía no se producen grandes poblaciones de delfácidos en búsqueda de alimento, por lo que no hay presencia importante de plantas enfermas en siembras tardías.

Otros virus presentes en el país que no han registrado incrementos de incidencia o prevalencia en los cultivos de siembra tardía son *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), *Maize yellow striate virus* (MYSV), *Maize rayado fino virus* (MRFV). BYDV es un virus ampliamente distribuido en cultivos de trigo, avena y cebada del país. Aunque se ha reportado en cultivos de maíz (Laguna y Giménez Pecci, 2012), no ha vuelto a ser registrado en este cultivo en Argentina. MYSV es un patógeno nuevo, recientemente caracterizado en nuestro país, detectado en las provincias de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires. Las plantas afectadas presentan severos síntomas de estriado, enanismo y esterilidad de panoja (Maurino et al., 2014, 2012a, 2012b). MRFV es transmitido por *D. maidis* y detectado esporádicamente en toda la región maicera del país (Giménez Pecci et al., 2000, 2001, 2002, 2005).

Por su parte, los virus en maíz que han incrementado su importancia respecto a las pérdidas que pueden causar en maíces de siembra tardía son High Plains wheat mosaic virus (HPWMoV, syn High Plains virus-HPV, syn Maize red stripe virus-MRSV) y los componentes de la necrosis letal del maíz: *Maize chlorotic mottle virus* (MCMV), *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV), *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) y *Wheat streak mosaic virus* (WSMV). El virus causal de la enfermedad denominada "High Plains" fue detectado por primera vez en cultivos de maíz del país en muestras colectadas durante la campaña 2011/12 y desde ese momento ha incrementado su presencia, tanto en infecciones simples como mixtas (Maurino et al., 2014; Raspanti et al., 2014). MDMV y SCMV son potyvirus que se registran frecuentemente en todas las campañas muestreadas. WSMV, también potyvirus, es patógeno principalmente en los cereales de invierno desde donde pasa al cultivo de maíz transmitido por el ácaro *Aceria tosichella*. Por su

parte *Maize chlorotic mottle virus* (MCMV) es un virus reemergente que está cobrando importancia en los últimos años por ser componente indispensable, en combinación con alguno de los tres potyvirus mencionados previamente, de la Necrosis letal del maíz, una enfermedad devastadora.

Necrosis letal del maíz

En los últimos años, en los que se ha incrementado considerablemente la superficie de maíz tardío en la zona subtropical del país, se ha observado también el incremento de plantas con Necrosis letal del maíz (Barontini et al., 2015; Giménez Pecci et al., 2008; Giménez Pecci and Laguna, 2012; Maurino et al., 2010) (**Fig. 4**). Como se menciona previamente, esta enfermedad es producida por la interacción sinérgica entre MCMV y un potyvirus (SCMV, MDMV o WSMV). La interacción entre MCMV y SCMV produce concentraciones 5 veces mayor de MCMV en plantas inoculadas y la interacción de MCMV con WSMV en maíz N28Ht incrementa las concentraciones del mismo virus entre 3 y 11 veces (Goldberg and Brakke, 1987; Scheets, 1998; van Regenmortel and Mahy, 2009; Xia et al., 2016). El MCMV es transmitido por trips y crisomélidos como *Diabrotica sp.* y por su gran estabilidad se menciona la capacidad de permanecer en el rastrojo de los lotes infectados, desde donde las larvas de vectores pueden tomar el virus y transmitirlo a las nuevas plantas. En el país se han detectado plantas con infecciones dobles y triples con estos patógenos. La enfermedad normalmente se presenta en epidemias (Kansas State University, consulta 2016) como está ocurriendo actualmente en el continente africano (FAO, consulta 2016). Debido a la posibilidad de transmisión por semilla y al intenso intercambio de granos entre continentes, hay alerta en el comercio mundial al respecto. Durante la campaña 2014/15 en la zona templada y 2015/16 en NEA y NOA, lotes de maíz presentaron muerte prematura de plantas con incidencias de hasta 30%. El desorden se detecta en la parte aérea como clorosis foliar, y entrega de la planta por anticipado antes de completar el llenado de granos. No se observan síntomas de pudrición en la base del tallo, lo que constituye un síntoma esperable en las enfermedades de pudrición de caña. Están en estudio las causas que puedan estar produciendo este desorden, considerándose posible que sea producido por Necrosis letal del maíz debido a la semejanza de la sintomatología.

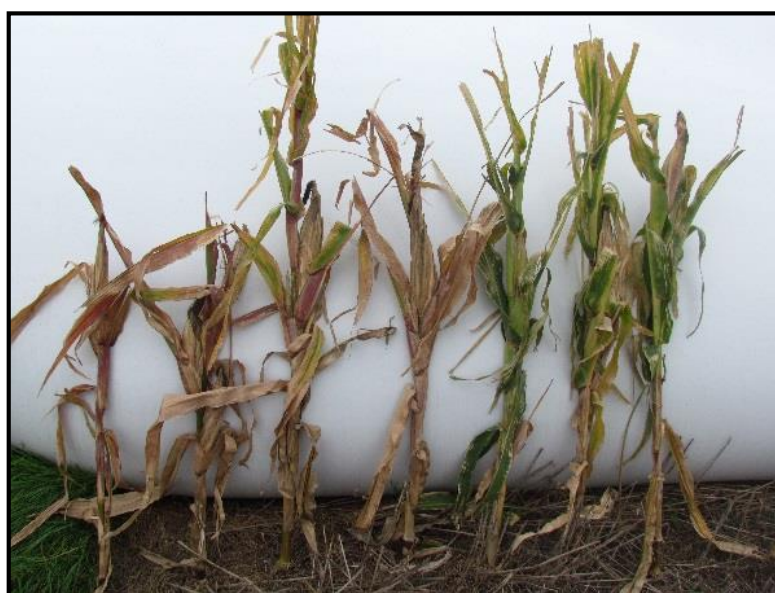


Fig. 4. Plantas con síntomas de Necrosis Letal del Maíz (NLM). Izquierda: plantas con síntomas de NLM; Derecha: plantas sanas;

Monitoreos de virosis en cultivos de maíz, campañas 2010/11 a 2015/16

Durante las últimas seis campañas agrícolas, el grupo de trabajo de enfermedades de maíz del IPAVE-CIAP-INTA realizó monitoreos periódicos de lotes de distintas localidades del área maicera del país, de las enfermedades causadas por virus. El diagnóstico de los virus se realizó mediante la prueba DAS ELISA utilizando reactivos comerciales (AGDIA Inc., USA) para los patógenos: MCMV, MDMV, SCMV, WSMV y HPWMoV.

De esta manera se detectó por primera vez en el país, durante la campaña 2010/11 la presencia de WSMV en cultivos de maíz en Argentina, llegando a niveles de incidencia del 28 % en Chaco (Maurino et al., 2010). A su vez, durante esta campaña también se realiza el primer reporte de la Necrosis letal producida por el sinergismo entre MCMV y WSMV, también en la provincia de Chaco. Esta enfermedad hasta este momento detectada en la zona subtropical, es posteriormente (2013/14) observada en las localidades de Los Toldos y Coronel Suarez, provincia de Buenos Aires, en la localidad de Arteaga y Firmat, provincia de Santa Fe, en el cinturón verde de la ciudad de Córdoba y en la localidad de Los Altos, provincia de Catamarca, causada por MCMV y SCMV (Maurino et al., 2014).

En la campaña 2013/14 se detectó SCMV en infecciones simples en las localidades de Villa María de Río Seco, provincia de Córdoba; Firmat, provincia de Santa Fe; Los Altos, provincia de Catamarca; y en la localidad de Otumpa, Santiago del Estero (Maurino et al., 2014).

En las campañas 2011/12 y 2012/13 se detectó HPWMoV en cultivos de maíz en infecciones simples y mixtas con MDMV y SCMV en localidades de las provincias de Tucumán y Buenos Aires, y en 2013/14 se lo detecta también en Córdoba, Santa Fe y Catamarca (Raspanti et al., 2014).

Durante el periodo comprendido entre 2010/11 y 2015/16 se tomaron muestras de 218 localidades de 10 provincias de nuestro país (Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia por provincia de virus fitopatógenos, en el cultivo de maíz en Argentina entre 2010/11 y 2015/16.

Provincia	Localidades muestreadas	Prevalencia*				
		MCMV	MDMV	HPWMoV	SCMV	WSMV
Tucumán	30	3,3	0	0	0	0
Santa Fe	17	11,8	0	11,8	11,8	0
Córdoba	67	1,5	6	3	4,5	0
Buenos Aires	36	5,6	8,3	8,3	8,3	0
Santiago del Estero	29	10,3	7	0	7	3,4
Salta	14	7,1	7,1	0	0	0
La Pampa	10	0	10	0	0	0
Chaco	13	15,4	0	7,7	7,7	7,7
Catamarca	1	***	***	***	***	**
Jujuy	1	**	**	**	**	**

*Prevalencia: Porcentaje de lotes con presencia del patógeno, del total de lotes muestreados.

** Datos de presencia (una localidad muestreada).

Durante el periodo comprendido entre 2010/11 y 2015/16 se detectaron las enfermedades producidas por WSMV, SCMV, HPWMoV, MDMV, MCMV y NLM en cultivos de maíz de diversas localidades de las provincias de Chaco, Santiago del Estero, Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Santa Fe, La Pampa, Salta, y Tucumán (Fig. 5). La mayor de las prevalencias para MCMV y WSMV se presentó en la provincia de Chaco, mientras que para HPWMoV y SCMV la mayor prevalencia estuvo en Santa Fe. MDMV presentó una mayor prevalencia en Buenos Aires. Tucumán fue la provincia con menor incidencia de enfermedades causadas por virus registradas, mientras que las provincias con la mayor cantidad de virosis fueron Córdoba, Buenos Aires, Chaco y Catamarca (Tabla 1).

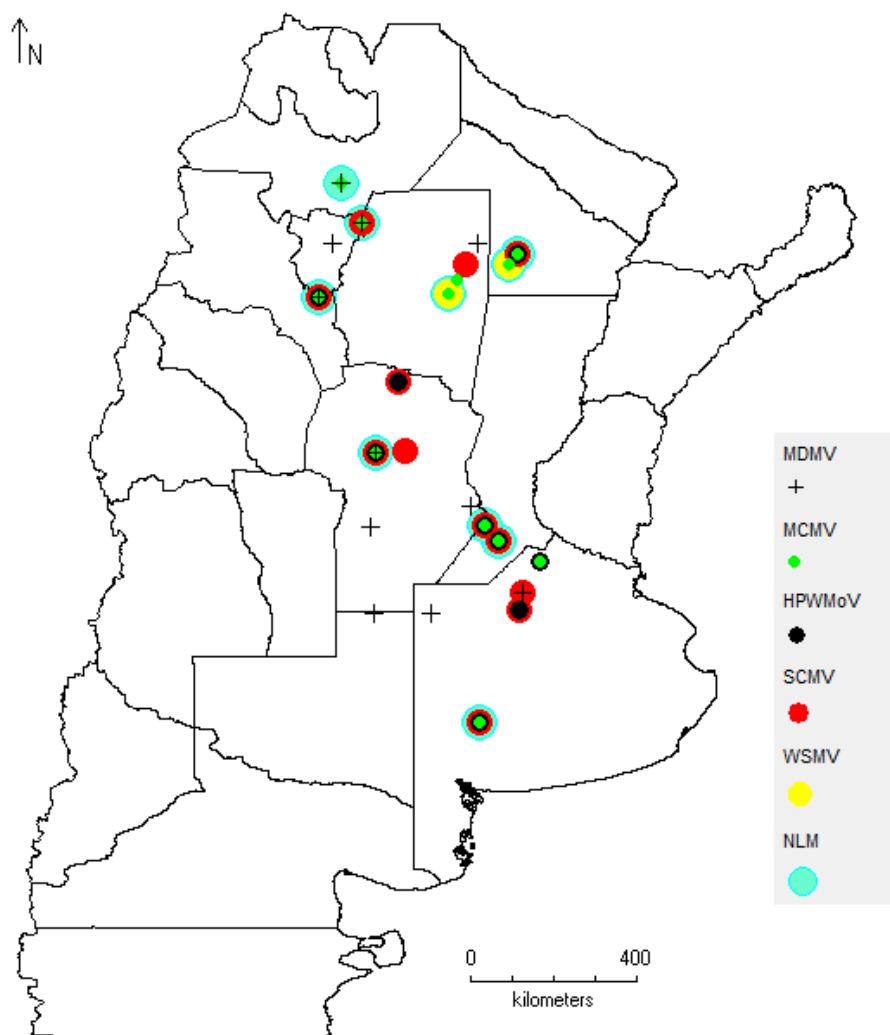


Fig. 5. Presencia de virus en el cultivo de maíz desde 2010/11 hasta 2015/16.

Las provincias con mayor cantidad de localidades afectadas por virosis durante 2010/11 y 2015/16 fueron Córdoba y Buenos Aires, en las cuales se detectó la presencia de alguna enfermedad causada por virus en 5 localidades diferentes, del total de las localidades muestreadas para esa provincia. La NLM mostró una amplia distribución en el área maicera argentina durante este periodo, afectando a localidades de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Santiago del Estero, Catamarca, Chaco y Salta (Fig. 5).

Bibliografía citada

- Barontini, J., Oleszczuk, D., Druetta, M., Raspanti, J.G., Maurino, M.F., Ferrer, M., Carpane, P., Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2016. Comportamiento de cultivares comerciales y precomerciales. Red Innovadores-AAPRESID 12–18.
- Barontini, J., Raspanti, J.G., Maurino, M.F., Ferrer Lanfranchi, M., Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2015. Estado actual de la sanidad del cultivo de maíz en Argentina. AAPRESID2 33–37.
- Carpane, P., Giménez Pecci, M.P., Conci, L.R., Carloni, E., Murúa, L., Bisonard, E.M., Laguna, I.G., 2012. Achaparramiento del maíz, in: Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Lenardon, S. (Eds.), *Enfermedades Del Maíz Producidas Por Virus Y Mollicutes En Argentina*. pp. 57–84.
- CIMMYT, Programa de Maíz. 2004. *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT.
- Druetta, M., Raspanti J.G., Luna, I.M., Barontini J., Maurino M.F., Ferrer M., Laguna IG., Giménez Pecci M.P. 2016. Corn stunt spiroplasma en la región subtropical. *Horizonte A. Especial maíz* 12 (81): 30-32.
- Eyhéabide, G.H., 2015. Bases para el manejo del cultivo de maíz. INTA.
- FAO. www.fao.org/emergencias/recursos/documentos/recursos-detalle/es/c/179179 consulta diciembre 2016.
- Frailé Pérez, A., García Arenal Rodríguez, F., 2005. Las virosis de las plantas y su control. *Phytoma* 169, 79–81.
- Gergerich, R.C., Dolja, V. V., 2006. Introduction to Plant Viruses, the Invisible Foe [WWW Document]. *Plant Heal. Instr.* doi:DOI: 10.1094/PHI-I-2008-0122-01
- Giménez Pecci, M.D.L.P., de Oliveira, E., Resende, R.O., Carpane, P., Derengowski, L., Nagata, T., Nome, C., Borgogno, C., Laguna, I.G., 2001. *Maize rayado fino virus* (MRFV) in the northern area of Argentine. *Fitopatol. Bras.* 26, 544.
- Giménez Pecci, M.P., De Oliveira, E., Resende, R.O., Laguna, I.G., Conci, L.R., Avila, A., Herrera, P., Galdeano, E., Virla, E., Nome, C.F., 2002. Ocorrença de doenças causadas por mollicutes e por vírus em milho nas províncias de Tucumán e de Córdoba na Argentina. *Fitopatol. Bras.* 27, 403–407.
- Giménez Pecci, M.P., Carpane, P., Carloni, E., Nome, C., Fiorona, M., Laguna, I.G. 2009. Cap. X. Técnicas empleadas en la identificación y caracterización de *Spiroplasma kunkelii* Withcomb *et al.*, 1986 (reino Eubacteria, clase Mollicutes), pag. 53-65. En: *Procedimientos empleados en la identificación de organismos fitopatógenos*. LAGUNA I.G., V. CONCI, P. RODRÍGUEZ PARDINA, G TRUOL, M. FIORONA, L DI FEO Eds. 65 pp. ISBN 978-987-05-7837-6.
- Giménez Pecci, M.P., García, A., Druetta, Cabral, J.B., Ramírez, E.H., Raspanti, J., Ferrer, M., Maurino, M., Laguna, I.G., 2014. Periodicidad y distribución de dos enfermedades del maíz (*Zea mays* L.) en la década del 2000 en Argentina, in: *Escuela de Matemática Aplicada a La Biología-BIOMAT*. La Falda, Córdoba, pp. 46–47.
- Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., 2012. *Maize chlorotic mottle virus* (MCMV) y Necrosis letal del maíz, in: Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Lenardon, S.L. (Eds.), *Enfermedades del*

maíz producidas por Virus y Mollicutes en Argentina. INTA, pp. 91–98.

Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Carloni, E., Geréz, P., Murúa, L., 2008. Enfermedades causadas por virus y mollicutes en maíz en Argentina, in: 1º Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba, Argentina, p. 309.

Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Lenardon, S.L., 2012. Mal de Río Cuarto del maíz, in: Giménez Pecci, M.D.L.P., Laguna, I.G., Lenardon, S.L. (Eds.), *Enfermedades Del Maíz Producidas Por Virus Y Mollicutes En Argentina*. INTA, pp. 41–56.

Gimenez Pecci, M.P., Oliveira, E., Resende, R., Borgogno, C., Nome, C.F., Laguna, I.G., 2000. Occurrence of *Maize rayado fino virus* in Maize in Argentina. *Plant Dis.* 84, 1046.

Gimenez Pecci, M.P., Virla, E.G., Carpane, P., Dagoberto, E., Murúa, L., Nome, C.F., Conforto, C., Laguna, I.G., 2005. Detección del virus del rayado fino del maíz en áreas templadas de Argentina, in: VIII Congreso Nacional de Maíz. pp. 268–271.

Goldberg, K.B., Brakke, M.K., 1987. Concentration of *Maize Chlorotic Mottle Virus* Increased in Mixed Infections with *Maize Dwarf Mosaic Virus*, Strain B. *Phytopathology* 77, 162–167.

Hull, R., 2009. Overview of plant viruses: Introduction to plant viruses, in: Hull, R. (Ed.), *Comparative Plant Virology*. Academic Press, San Diego, CA., pp. 23–41.

Kansas State University <http://www.plantpath.k-state.edu/extension/publications/cornlethalnecrosis.pdf> consulta diciembre 2016

Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2012. Enfermedades causadas por virus y mollicutes en el cultivo de maíz, in: Eyhérbide, G.H. (Ed.), *Manejo del Cultivo de Maíz*. INTA, pp. 151–176.

Maurino, M.F., Laguna, G., Giolitti, F., Nome, C., Giménez Pecci, M.P., 2012a. First Ocurrance of a Rhabdovirus Infecting Maize in Argentina. *Plant Dis.* 96, 1383.

Maurino, M.F., Nome, C.F., Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2012b. Virosis emergentes en maíz, in: Giménez Pecci, M.P., Laguna, I.G., Lenardon, S.L. (Eds.), *Enfermedades del Maíz Producidas por Virus y Mollicutes en Argentina*. INTA, pp. 99–108.

Maurino, M.F., Raspanti, J.G., Ferrer Lanfranchi, M., Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2014. Expansión de enfermedades causadas por virus y hongos en maíz, en Argentina, in: X Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Santa Fe.

Maurino, M.F., Trucco, V.M., Ruiz Posse, M.P., Bisonard, E.M., Murúa, L., Virla, E.G., Paradell, S.L., Carpane, P., Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2010. Prospección de enfermedades prevalentes, emergentes y reemergentes causadas por virus y mollicutes del maíz en Argentina, in: IX Congreso Nacional de Maíz Y Simposio Nacional de Sorgo. Rosario, Santa Fe, pp. 230–231.

Maloy, O.C. 2005. *Plant Disease Management. The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2005-0202-01

Munkvold, G. P. and White, D. G. 2016. *Compendium of Corn Diseases. Fourth Edition*. The American Phytopathological Society, APS Press.

Pennazio, S., Roggero, P., Conti, M., 1996. Yield losses in virus-infected crops. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 30, 283–296.

- Plazas, M.C.; De Rossi, R.L.; Guerra, F.A.; Guerra, G.D. 2014. Identificación de bacterias que afectan el cultivo de maíz en el centro norte de Córdoba. III Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán.
- Plazas, M.C.; Parisi, L.; Couretot, L.; Guerra, F.A.; De Rossi, R.L.; Guerra, G.D. 2015b. Detección de *Burkholderia andropogonis* en maíz (*Zea mays* L.) "rayado foliar". XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Santa Fe.
- Plazas, M.C.; Vilaró, M.; De Rossi, R.L.; Guerra, F.A.; Guerra, G.D. 2015a. Detección de *Acidovorax avenae* (Manns 1909) emend. en maíz (*Zea mays* L.). XV Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Santa Fe.
- Raspanti, J.G., Maurino, M.F., Druetta, M., Ferrer, M., Ruiz Posse, M.P., Laguna, I.G., Giménez Pecci, M.P., 2014. Detección de High Plains virus (HPV) en infecciones simples y mixtas en cultivos de maíz en Argentina, in: 3º Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán, p. 237.
- Scheets, K., 1998. *Maize chlorotic mottle machlomovirus* and wheat streak mosaic rymovirus concentrations increase in the synergistic disease corn lethal necrosis. *Virology* 242, 28–38. doi:10.1006/viro.1997.8989
- Van Regenmortel, M.H.V., Mahy, B.W.J., 2009. Desk Encyclopedia of Plant and Fungal Virology, 1st ed. ELSEVIER Academic Press.
- Vidaver, A.K. and Lambrecht, P.A. 2004. Las Bacterias como Patógenos Vegetales. Traducción Ana María Romero. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2006-0601-01.
- Virla, E.G., Paradell, S.L., Diez P.A. 2003. Estudios bioecológicos sobre la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis* (Insecta - Cicadellidae) en Tucumán (Argentina). Bol. San. Veg. Plagas, 29:17-25.
- Virla, E.G., Díaz, C.G., Carpane, P., Laguna, I.G., Ramallo, J., Gerónimo Gómez, L., Giménez Pecci, M.P., 2004. Evaluación preliminar de la disminución en la producción de maíz causada por el "Corn stunt Spiroplasma" (CSS) en Tucumán, Argentina. Boletín Sanid. Veg. Plagas 30, 403–413.
- Xia, Z., Zhao, Z., Chen, L., Li, M., Zhou, T., Deng, C., Zhou, Q., Fan, Z., 2016. Synergistic infection of two viruses MCMV and SCMV increases the accumulations of both MCMV and MCMV-derived siRNAs in maize. *Sci. Rep.* 6, 20520. doi:10.1038/srep20520