

# El Mal de Río Cuarto en Argentina

Hacia fines de la década del 60 se detectó la enfermedad en cultivos de maíz sembrados en la zona de Río Cuarto, al sur de la provincia de Córdoba, y se la llamó "Problema Río Cuarto". Sin embargo, en ese momento no se tenía certeza de cuál era el agente causal (Lyons et al., 1970)



Ejemplar de *Delphacodes kuscheli*

**E**n 1980 se pudieron observar partículas de virus en células de plantas afectadas obtenidas de cultivos de maíz de la zona. Luego, a través de estudios taxonómicos, se pudo clasificar al virus del MRC (Mal de Río Cuarto) como miembro del género Fijivirus, perteneciente a la familia Reoviridae (Boccardo y Milne 1984; Conti 1984; Nault y Ammar 1989; Nome et al., 1980; Uyeda y Milne 1995)

## Transmisión de la Enfermedad

Los virus son transmitidos en la naturaleza por insectos, ácaros, nematodos y hongos (vectores). En el caso del MRC, se han identi-

ficado dos especies de "chicharritas", como vectores naturales del virus.: *Delphacodes kuscheli* (Ornaghi et al., 1993a; Remes Lenicov et al., 1985) y *Delphacodes haywardi* (Velásquez et al., 1985); siendo la primera especie la más importante por su elevada proporción de insectos respecto a la segunda (Avila, 2005). Estas chicharritas deben adquirir el virus de plantas infectadas para poder transmitir la enfermedad. A nivel experimental se pudo transmitir la enfermedad con otras especies de "chicharritas" que podrían actuar como transmisores naturales, lo que podría explicar la dispersión de la

enfermedad en zonas en donde no se encuentra. *D.kuscheli* (Avila, 2005).

La forma de transmisión del virus es persistente, circulativa y propagativa. Esto significa que el insecto lo adquiere desde la planta hospedante luego de un período prolongado de alimentación, se multiplica dentro del vector y luego de un período de latencia es capaz de transmitirlo. Es **persistente** porque una vez que adquiere el virus, el insecto es capaz de transmitirlo el resto de su vida. Es **circulativo** porque se almacena en el intestino medio, allí se reproduce y luego circula hacia las glándulas salivales infectando las plantas a través de los estiletes (mientras succiona savia, inyecta saliva infectada)

Es **propagativo** porque se multiplica dentro del vector, y no necesita volver a alimentarse de plantas enfermas para volver a adquirirlo. Es importante destacar las características de este tipo de transmisión, ya que así se explica el papel determinante que juegan las poblaciones invernantes de insectos infectivos en las primeras

| Especies forrajeras y malezas   |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| <i>Bromus unioloides</i>        | Cebadilla criolla     |
| <i>Digitaria sanguinalis</i>    | Pata de gallina       |
| <i>Setaria verticillata</i>     | Cola de zorro         |
| <i>Cenchrus echinatus</i>       | Cadillo               |
| <i>Cynodon dactylon</i>         | Gramón                |
| <i>Echinochloa colonum</i>      | Pasto colorado        |
| <i>Echinochloa crus-galli</i>   | Capín arroz           |
| <i>Eleusine indica</i>          | Grama carraspera      |
| <b><i>Sorghum halepense</i></b> | <b>Sorgo de alepo</b> |
| <i>Cyperus cayenensis</i>       | Cebollín              |
| <i>Arundo donax</i>             | Caña de castilla      |
| <i>Eragrostis virescens</i>     | Pasto volador         |
| <i>Cenchrus pauciflorus</i>     | Roseta                |
| <i>Eleusine indica</i>          | Pasto cuaresma        |
| <i>Bromus brevis</i>            | Cebadilla pampeana    |
| <i>Setaria cordobensis</i>      | Cola de zorro         |
| <i>Stipa tenuissima</i>         | Paja blanca           |
| <i>Poa ligularis</i>            | Pasto hilo            |
| <i>Cynodon hirsutus</i>         | Gramilla              |

| Especies cultivadas cereales                                   |                 |
|--|-----------------|
| <i>Avena sativa</i>  | Avena           |
| <i>Triticum aestivum</i>                                       | Trigo           |
| <i>Sorghum vulgare</i>   | Sorgo           |
| <i>Panicum miliaceum</i>                                       | Mijo            |
| <i>Setaria italica</i>   | Moha de Hungría |
| <i>Secale cereale</i>  | Centeno         |
| <i>Triticum aestivum</i> x <i>Secale cereale</i>               | Triticale       |
| <i>Triticum sp.</i> x <i>Secale sp.</i> x <i>Agropirum sp.</i> | Tricepiro       |
| <i>Hordeum vulgare</i>   | Cebada          |
| <i>Chloris gayana</i>  | Grama rhodes    |
| <i>Panicum maximum</i>   | Gatton panic    |
| <i>Eragrostis curvula</i>                                      | Pasto llorón    |
| <i>Panicum coloratum</i>                                       | Panicum         |

migraciones a los cultivos de maíz. Es común observar mayor grado de afectación en las cabecezas o bordes del lote, ya que están más cerca de lotes vecinos cultivados con trigo, avena, u otras gramíneas, además de zonas enmalezadas que puedan servir de reservorios de insectos y virus.

### Hospedantes del Virus y del vector

Se identificaron 32 especies de Poaceas cultivadas, y malezas que actúan de reservorios del virus y del vector (Avila, 2005)

Los síntomas en estos hospedantes varía según la especie afectada, pero en general, las plantas se presentan achaparradas, con hojas mal formadas y con sus fructificaciones atrofiadas. Se suelen observar enaciones en el envés de las hojas.

Los cultivos de avena, trigo y cebada actúan como grandes reservorios de "chicharritas", y cuando estos están terminando sus ciclos, los insectos migran

hacia otras fuentes de alimento.

### Los Virus y las plantas

Los virus, están constituidos por ARN o ADN de simple o de doble cadena y proteínas (solo se pueden ver con microscopio electrónico) y tienen la capacidad de infectar las células de las plantas. Se estima que alrededor del 40 por ciento de los virus conocidos (615 de 1550 especies y 75 de 233 géneros) causan enfermedades en las plantas. Para que una enfermedad virósica se manifieste en un cultivo sano, deben interrelacionarse una serie de factores biológicos en el momento adecuado. Las condiciones ambientales y el manejo regulan la intensidad de esa interrelación y por lo tanto afectan la incidencia y severidad de la enfermedad dentro del cultivo.

### Condiciones Predisponentes para el MRC

Inviernos benignos (pocas lluvias y pocas heladas) favorecen las altas poblaciones de chicharritas y los vientos facilitan su dispersión masiva. La cercanía de cereales de invierno verdes y malezas hospedantes llegando al fin de su ciclo, aumentan la probabilidad de que los cultivos de maíz reciban migraciones de insectos buscando plantas verdes para alimentarse.

Las condiciones predisponentes para que se produzca la enfermedad están determinadas por la interacción de diversos factores:

\* momento de

desarrollo de la planta cuando es infectada (muy sensible en estado coleoptile y estadios tempranos)

- \* población estacional del vector
- \* carga de virus dentro del vector
- \* cualquier tipo de estrés a los cuales pueda estar sometido el cultivo: compactaciones, sequía, anegamientos temporarios, acción de herbicidas, daños mecánicos, daños por insectos, competencia con malezas, déficit nutricional, derivas de glifosato, etc.

Todos estos factores contribuyen a predisponer, en mayor o en menor grado, un cultivo a la enfermedad, y cuando varios de ellos interaccionan al mismo tiempo, pueden ocurrir las severas epidemias que ocasionalmente se presentan ( Presello et al., 1997).

### Síntomas que caracterizan la Enfermedad

El principal síntoma que determina si la planta está enferma por el Mal de Río Cuarto, es la presencia de enaciones.

Las enaciones son protuberancias que se presentan en las nervaduras, visibles en el lado inferior de las hojas. A veces son muy pequeñas y solo se pueden ver con lupa a contra luz.

Generalmente se observan con mayor facilidad en las hojas supe-

### COMPONENTES DEL MRC Y FACTORES QUE LO REGULAN



riores de las plantas. Este es el **único síntoma que permite ratificar a campo la presencia de la enfermedad**. El resto de los síntomas pueden ser comunes a otras causas o patologías.

Cuando se arrancan las plantas se pueden observar raíces engrosadas y con escasa proliferación de pelos absorbentes.

Otros síntomas visibles son el acortamiento de entrenudos y consiguiente achaparramiento, hojas malformadas, recortadas y a veces reducidas a sus vainas, panoja atrofiada y de tamaño reducido, espigas mal granadas. En grados de afectación muy severas se pueden observar espigas múltiples y deformes.

También se pueden ver enaciones en las chalas de las espigas.

### Incidencia y severidad según el momento de infección

La incidencia se refiere a qué porcentaje de plantas presentan algún síntoma de la enfermedad, y la severidad refleja la gravedad de los mismos en las plantas afectadas.

La **incidencia** dependerá de la cantidad de chicharritas dentro del cultivo de maíz. Cuanto mayor sea el número de individuos, mayor será la probabilidad de que más plantas sean infectadas.

La **severidad** está muy relacionada con el momento en que las plantas son picadas. Los mayores grados de severidad se registran cuando las infecciones se producen hasta la primera hoja.

A medida que el cultivo de maíz se desarrolla, aumenta su tolerancia a la enfermedad, manifestándose a través de síntomas menos severos y menores disminuciones de rendimiento.

Si las infecciones se producen después de las 5 hojas, la sintomatología es leve o nula.

Ciertos insecticidas sistémicos aplicados a las semillas, protegen a las plantas en los primeros estadios más susceptibles del cultivo reduciendo la Incidencia y severidad de los síntomas.

Si el cultivar no tiene tolerancia

genética, el curasemillas puede mejorar hasta cierto grado la protección pero no confiere inmunidad.

### Grados de severidad según sintomatología

A través de una observación visual se pueden determinar distintos grados de severidad para hacer evaluaciones a campo.

Los grados de severidad dan una idea aproximada de la incidencia en rinde esperable a nivel de plantas individuales.

Para poder hacer una estimación a nivel lote, se deben hacer muestreos en 100 plantas, en varias estaciones de muestreo cubriendo el lote en varias zonas.

Se deben anotar los grados de severidad de cada planta evaluada y luego calcular la incidencia y severidad media del lote (March et al., 1997).

Las diferencias de altura observa-

$$SM: 1 \times \frac{N^{\circ} \text{ Plantas } (1)}{100} + 2 \times \frac{N^{\circ} \text{ Plantas } (2)}{100}$$

$$+ 3 \times \frac{N^{\circ} \text{ Plantas } (3)}{100} + 4 \times \frac{N^{\circ} \text{ Plantas } (4)}{100}$$

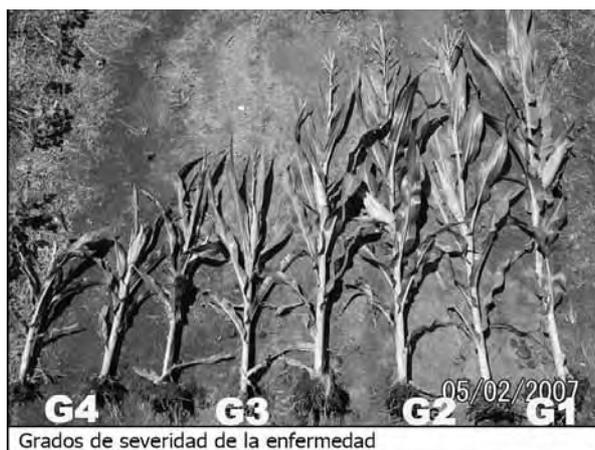
(formula adaptada de Lenardón et al, 2006)

bles en distintos grados de severidad, van desde grado 1 altura normal (igual que las sanas) hasta completamente enana (grado mayor).

Es común confundir a plantas dominadas con plantas enfermas por MRC. La diferencia radica en que las plantas dominadas presentan tallos de poco diámetro desde la base, y las espigas, a pesar de ser más chicas, no presentan reducción en el número potencial de flores (se pueden contar en el marlo y compararla con plantas normales).

En cambio, las plantas afectadas por el virus presentan diámetro normal de tallo en la base y dis-

| Grados de Severidad y sintomatología |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
| Grado                                | Descripción  | Sintomatología   |
| 0                                    | Planta Sana. Sin afectación de rinde   | No tiene enaciones   |
| 1                                    | Planta de altura normal y espigas normales, poca o nula incidencia en rinde              | Enaciones<br>Bordes de hojas recortados  |
| 2                                    | Planta un poco más baja de lo normal, espigas de menor tamaño, incidencia media en rinde | Enaciones<br>Bordes de hojas recortados<br>Acortamiento de entrenudos.<br>Espigas más chicas   |
| 3                                    | Plantas achaparradas, espigas con pocos granos, alta disminución de rinde                | Enaciones<br>Hojas superiores reducidas a sus vainas<br>Panojas reducidas<br>Plantas achaparradas<br>Espigas muy chicas, con pocos granos y deformes (pico de loro)<br>Multiespigas. |
| 4                                    | Plantas extremadamente bajas, sin granos, pérdida total de rinde                         | Enaciones<br>Hojas superiores reducidas a sus vainas<br>Panojas reducidas<br>Plantas achaparradas<br>Espigas muy chicas, sin granos y deformes (pico de loro)<br>Multiespigas.       |



minuye hacia la panoja, además de verse reducido el número potencial de flores.

También es posible encontrar plantas dominadas con sintomatología de MRC, y la forma de determinar el grado es observando las flores potenciales que presentan esas plantas.

### Ciclos de la Enfermedad del MRC

La presencia de una enfermedad en una zona, de modo permanente, lleva a calificarla de endémica en el área.

A partir de su detección en 1967, esta enfermedad se ha manifestado con diferentes grados de incidencia y severidad en todas las campañas agrícolas en el departamento de Río Cuarto, al sur de Córdoba (área endémica).

En la campaña agrícola 1976/77 se produce el primer aumento de la enfermedad en los cultivos de maíz con ataques generalizados en la zona endémica.

En las campañas subsiguientes los niveles de afección bajaron hasta que en la campaña 1981/82 se produjo la primer gran epidemia, con mayor severidad que la anterior, expandiéndose fuera del área endémica con altos niveles de incidencia en el norte de La Pampa y Oeste de Buenos Aires. Luego volvió a disminuir su inci-

Santa Fe.

En campañas sucesivas nuevamente disminuyó su ocurrencia, circunscribiéndose solo a la zona endémica (zona de Río Cuarto), en donde solo en fechas de siembra de Noviembre se pudieron detectar altos niveles de ataque. En el resto de las zonas maiceras, la enfermedad había desaparecido (Avila, 2005).

Durante la campaña 2006/07, la enfermedad se ha vuelto a expandir, pudiéndose detectar cultivos con síntomas en casi todas las zonas maiceras.

La principal diferencia es que en las zonas centro, norte y sur de Buenos Aires, este de Córdoba y centro y sur de Santa Fe la virulencia fue mucho menor que la epidemia ocurrida 10 años atrás, siendo muy difícil detectar plantas afectadas en los cultivos de maíz de esas zonas.

Estas epidemias han estado generalmente asociadas con cambios de temperaturas y precipitaciones en los meses de invierno, y con modificaciones en las prácticas agronómicas del cultivo. Ejemplo: Condiciones de sequía y pocas heladas durante el invierno permiten mayor supervivencia de chicharritas infectivas. Bajo estas condiciones los cereales de invierno se secan anticipadamen-

te y esto promueve las migraciones hacia cultivos de maíz que se sembraron tarde por falta de humedad.

dencia hasta la gran epidemia que ocurrió durante la campaña 1996/97, expandiéndose además hasta el centro, norte y sur de Buenos Aires, este de Córdoba y centro y sur de

### Dinámica de las "chicharritas" - Picos poblacionales

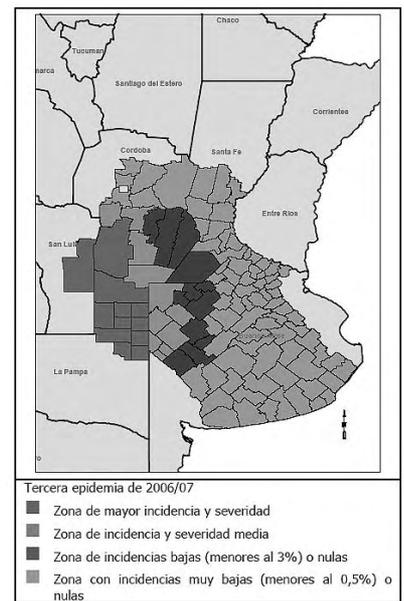
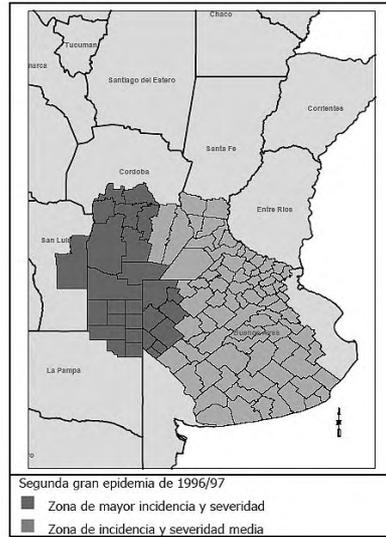
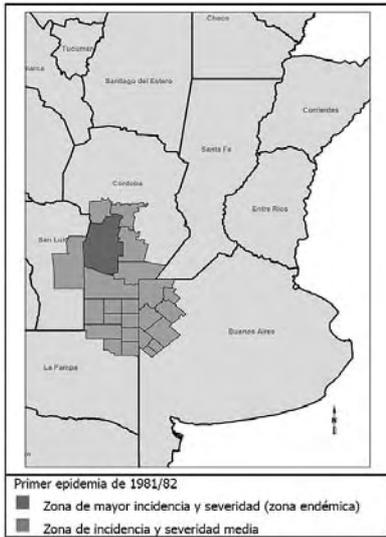
El insecto vector desarrolla sus poblaciones infectivas en los verdes invernales (avenas y trigos). Las formas juveniles (ninfas) y adultas de alas cortas (braquípteros) del insecto permanecen en estos verdes, mientras que las formas adultas de alas largas (macrópteros) son las responsables de la migración hacia los cultivos primavera-estivales, entre ellos el maíz.

El desarrollo poblacional del vector (densidad poblacional, cantidad relativa de ninfas, braquípteros y macrópteros y ritmo de migración) varía en función de las condiciones ambientales (temperaturas y lluvias) y del desarrollo de los cereales de invierno (Lenardón et al, 2006).

Durante el invierno se pueden dar condiciones de temperatura que promuevan la movilidad de las chicharritas, en fotoperíodos menores a 13 hs, el insecto permanece en el mismo estadio. Los registros de las capturas de *Delphacodes kuscheli*, indican que la abundancia de individuos comienza a incrementarse a partir de los meses de septiembre-octubre hasta llegar a un pico poblacional muy marcado a fines de noviembre, luego disminuye en los meses siguientes. En la campaña 2006/07, todo parece indicar que el pico poblacional se adelantó alrededor de 20-30 días.

### Estrategias de Manejo

Esta es una enfermedad en la que la incidencia de la virosis depende



principalmente de los vectores infectivos que llegan al cultivo de maíz desde áreas vecinas y de la época en la que alcanzan su máxima densidad poblacional, por lo cual su manejo debe realizarse a fin de disminuir el inoculo inicial y disminuir el tiempo crítico de exposición del cultivo al patógeno (Ornaghi et al., 1993b). El conocimiento de la fluctuación poblacional de los vectores de enfermedades a lo largo del año tiene gran importancia, ya que permite estimar las épocas de mayor incidencia y en esa forma planificar y ejecutar programas de manejo integrado de las poblaciones insectiles.

**Fecha de siembra:** Adelantar las fechas de siembra es una herramienta que tiene por finalidad escapar la presencia de picos poblacionales en los períodos críticos de desarrollo de la planta es decir en los primeros 45 días de emergida la misma.

**Uso de materiales tolerantes:**

A través de años de selección de líneas e híbridos en la zona endémica, se pudieron lograr niveles de tolerancia muy superiores a los que se contaban hace una década. A mayor cercanía del

área endémica, mayor tolerancia se requiere en los híbridos.

**Uso de Insecticidas curasemillas:**

Los insecticidas para semillas sistémicos permiten disminuir la incidencia y severidad de daños del MRCV en los cultivos de maíz. No reemplazan la tolerancia genética, pero sí la mejoran en cierto grado.

**Adecuado manejo del cultivo:**

Cuanto mejores condiciones de crecimiento tenga el cultivo, menores serán las pérdidas de rendimiento ante una misma presión de ataque.

Cualquier tipo de estrés como competencia del cultivo con malezas, compactaciones, sequía, anegamientos temporarios, detoxificación de de herbicidas, daños mecánicos, daños por insectos, déficit nutricionales, derivas de glifosato, etc...; predisponen a mayores daños.

**Tolerancia Genética vs. Resistencia**

Hasta el presente, la tolerancia de los híbridos se ha logrado a través del mejoramiento convencional, seleccionando materiales que toleren la enfermedad en distinto grado.

Obtener resistencia implicaría que las plantas tengan la habilidad de detener la infección, y ello se podría lograr utilizando técnicas de ingeniería genética, introduciendo genes ajenos a las plantas de maíz que le confieran la característica deseada.

Hoy todavía no existen híbridos resistentes en el mercado. Si existen híbridos que toleran en mayor o menor medida a la enfermedad y producen a pesar de la infección. Por ello los híbridos más tolerantes también pueden expresar síntomas del MRC. No son inmunes. La severidad dependerá de la carga de virus introducida en la planta, el momento del cultivo y el estado hídrico nutricional de la planta.

Al sembrar híbridos tolerantes se obtiene mayor nivel de protección, ya que ante un mismo nivel de ataque, un híbrido susceptible presentaría daños sensiblemente mayores.

**Fuente:** Informe del Dto. Técnico de Pioneer Argentina.  
<http://www.pioneer.com/argentina>