

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

**EFFECTO DEL USO DE LOS HERBICIDAS ATRAZINA Y
ACETOCOLOR SOBRE LA INCIDENCIA DEL MAL DE RÍO
CUARTO**

Alumno : HERNÁN FERRARIO

DNI: 26085754

Director: ING. AGR. JOSÉ ORNAGHI

**Río Cuarto, Córdoba, Argentina
OCTUBRE-2005**

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| I-Resumen..... | VII |
| II-Summary..... | VIII |
| III-Introducción..... | 1 |
| IV-Objetivo general. Objetivos específicos. Hipótesis..... | 5 |
| V-Materiales y Métodos..... | 6 |
| VI-Resultados..... | 8 |
| VII-Conclusiones..... | 10 |
| XIII-Bibliografía..... | 11 |

I-RESUMEN

El “Mal de Río Cuarto” es la principal enfermedad virósica del maíz en Argentina, la cual se encuentra distribuida en toda el área maicera de nuestro país. El insecto vector es el *Delphacodes kuscheli* Fennah. Los síntomas más comunes que se manifiestan en plantas afectadas con Mal de Río Cuarto son tallos algo achatados, enanismo general de las plantas debido al acortamiento que sufren los entrenudos, enaciones en el envés de las hojas. El objetivo general de este trabajo fue determinar si la Atrazina y el Acetoclor, aplicados a la siembra tienen efecto sobre la incidencia del Mal de Río Cuarto en maíz. Se sembraron semillas de maíz (cultivar Chaltén), las cuales tienen mediana resistencia a la enfermedad en pequeñas macetas de cartón, luego estas fueron sometidas a los distintos tratamientos mediante una pulverizadora con la que se aplicó Atrazina en pre emergencia, Atrazina en pre y post emergencia, Atrazina + Acetoclor en pre emergencia, y el testigo no recibió ninguna aplicación. Cuando se produjo la aparición de la primera hoja se colocaron en cada plántula 5 ejemplares de *Delphacodes kuscheli*. Estas plantas fueron llevadas a un invernáculo y se transplantaron en macetas de 2 litros. Se siguió un diseño en bloques al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones de 20 plantas cada uno de ellos. Los datos de incidencia se analizaron mediante análisis de la varianza. Los resultados obtenidos demostraron que no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos analizados para un $p > 0.05$.

Palabras claves: Incidencia, herbicida, maíz, Mal de Río Cuarto.

II-SUMMARY

Effect of Atrazina and Acetoclor herbicides in the incidence of the Mal de Rio Cuarto disease

The Mal de Rio Cuarto is the main virus disease of the corn in Argentina, which is spread in the whole corn area of our country. The insect which produces this disease is the *Delphacodes kuscheli* Fennah. The most common symptoms that appear on plants affected with Mal de Rio Cuarto includes flat stems, generally dwarf plants due to the shortening suffered by the internodes, and enations at the back of the leaves. The general objective of this work was to determine if the Atrazina and the Acetoclor, applied at seedtime, have an influence on plants with the Mal de Río Cuarto. The crop seed selected was the Chalten variety which is not so resistant to the disease. They were planted in carton pots. After this, they were subjected to different treatments with a pulverizer which was used to apply Atrazina in pre-emergency (treatment N° 1), Atrazina in pre and post-emergency (treatment N°2), Atrazina + Acetoclor in pre-emergency (treatment N°3). The witness did not receive any applications. When the first leaf appeared, 5 specimens of *Delphacodes kuscheli* were placed to bite the plants. These plants were taken to a greenhouse and were transplanted to pots of 2 litres. A blocks alloyed design was followed with 4 treatments and 3 repetitions in each of them. The variable analysed was the incidence: the number of plants infected with the virus of Mal de Rio Cuarto. The incidence data was studied through the analysis of the variance. The results obtained showed that there exist no significant differences among the analysed treatments by a $p > 0.05$

Key words: incidence, herbicid, crop, Mal de Río Cuarto

III-INTRODUCCIÓN:

El maíz es tradicionalmente uno de los cultivos más sembrados en el departamento de Río Cuarto, con 240.000 hectáreas en la campaña 2003/2004. Esto representa el 47.6% de la superficie agrícola destinada a la siembra de granos gruesos.

La producción total de maíz en el departamento de Río Cuarto en la campaña 2003/2004 fue de 1.960.150 toneladas (Imperio Rural, 2004).

La principal enfermedad virósica del maíz es el Mal de Río Cuarto (MRC), esta importante problemática fitosanitaria se detectó hacia fines de la década del 60 en cultivos situados en el área rural de Río Cuarto y se la denominó “problema Río Cuarto”. En ese primer informe se mencionan como sus posibles agentes causales a un virus, a un hongo e incluso causas abióticas como una reacción fisiológica a un estrés ambiental. Es importante destacar que el surgimiento de este problema coincidió con la introducción de los primeros híbridos comerciales de maíz en esta área, considerada en esa época como marginal para este cereal.

Recién a comienzos de la década del '80 se describieron detalladamente los síntomas de la enfermedad, y se determinó la naturaleza de la misma cuando se observaron partículas virales esféricas en células del floema de plantas infectadas naturalmente a campo (March et al, 1997)

Simultáneamente se comprobó que la mayoría de los cultivares comerciales utilizados en el sur de la provincia de Córdoba eran extremadamente susceptibles bajo condiciones de severa epidemia y que la implementación de medidas culturales (alteración de la época de siembra) y aplicación de insecticidas sistémicos eran las más apropiadas para disminuir la incidencia de la enfermedad (March et al, 1997).

Además, factores tales como la sequía, planchado de suelos, vientos, fitotoxicidad por agroquímicos, etc; que producen estrés a la planta, pueden tender a agravar la acción negativa del patógeno sobre el cultivo (Lenardon et al, 1985).

La enfermedad, que en un comienzo estuvo circunscripta a los departamentos del sur de Córdoba, especialmente Río Cuarto (área endémica), fue posteriormente detectada en otras áreas del centro-norte de Córdoba, noreste de San Luis, sudoeste de Buenos Aires y noreste de La Pampa. Asimismo hay referencias de haberse observado plantas de maíz con la

sintomatología típica del MRC en Salta, Jujuy, norte de Santa Fe y Mendoza (March et al., 1997).

Actualmente se encuentra en todas las áreas maiceras de la Argentina, donde produce pérdidas estimadas entre el 5 y 60 % según región, fechas de siembra, cultivar utilizado, condiciones climáticas y densidad poblacional de su vector.

Las pérdidas causadas por MRC en las campañas agrícolas 1981/82 a 1991/92 significaron entre 2 y 41 millones de dólares anuales para los productores maiceros del departamento Río Cuarto. Estas pérdidas fueron estimadas considerando solamente las plantas que tenían los síntomas más severos de la enfermedad (prácticamente sin producción) (March et al. , 1997).

Desde que se iniciaron los primeros estudios hasta el presente, la incidencia de la enfermedad en el área endémica ha presentado oscilaciones, alcanzando en algunos años niveles de epidemia.

Sin embargo, la severa epidemia de 1996-97 y los cambios climáticos producidos en los últimos años han introducido modificaciones en el mapa de distribución de la enfermedad.

Los síntomas del “Mal de Río Cuarto” son muy variables, dependiendo del estado fenológico de la planta cuando es alcanzada por el insecto vector del virus, del híbrido de maíz utilizado y de las condiciones ambientales en las que se desarrolla el cultivo. Todas las plantas afectadas con Mal de Río Cuarto presentan enanaciones sobre las nervaduras del envés de las hojas y enanismo general de las plantas debido al acortamiento que sufren los entrenudos.

Así, entre otros síntomas se pueden mencionar panojas atrofiadas, mazorcas múltiples y sin granos y sistema radicular reducido a las raíces principales con carencia de raíces secundarias.

El agente causal de esta enfermedad ha sido identificado como MRCV que se caracteriza por poseer partículas esféricas de alrededor de 70 nanómetros de diámetro las completas y 50 a 60 nm las incompletas, y presentar en el citoplasma de células floemáticas viroplasmos y grupos de partículas dispuestos en hélice o en zigzag, las cuales son propias de miembros de la familia Reoviridae.

Por electroforesis de geles de poliacrilamida, se determinó que este virus está compuesto de 10 segmentos de ARN de doble cadena, y por inmunomicroscopía electrónica se estableció que estaba relacionado con el maize rough dwarf virus (MRDV), lo que indujo a concluir que esta enfermedad viral era ocasionada por una raza del MRDV (March et al., 1997), sin embargo, pruebas recientes de hibridación molecular indican que el MRCV no estaría tan estrechamente

relacionado al MRDV como se había señalado en estudios serológicos iniciales (Lenardon et al., 1999).

Es importante señalar que todos los miembros conocidos de la familia Reoviridae dependen exclusivamente de su insecto vector para su transmisión, no transmitiéndose mecánicamente, por semillas y/o polen (Boccardo and Milne, 1984).

La incidencia y severidad de los síntomas que el virus del MRC ocasiona sobre el maíz están correlacionados con el momento de infección, si la misma se produce cuando las plantas de maíz están en estado de coleoptile y/o primera hoja estos serán mas severos, coincidiendo por lo general con las máximas densidades poblacionales del insecto vector (Ornaghi et al., 1991).

En el Mal de Río Cuarto es importante considerar algunos factores climáticos ya que estos influyen en el desarrollo de la enfermedad, por tal razón, el estudio de los mismos han permitido desarrollar sistemas de pronósticos que permiten predecir la intensidad de esta problemática fitosanitaria, como así también los niveles poblacionales del insecto vector (March et al., 1995).

Se ha observado que las temperaturas máximas y las precipitaciones durante el período invernal (junio, julio, agosto) determinarían la intensidad con que se manifestaría la enfermedad en la próxima campaña (March et al., 1995). La probabilidad de transmisión generalmente es inferior a la cantidad de insectos virulíferos y en infecciones naturales la probabilidad de transmitir el virus por un solo insecto varía entre 1 y 5,2 % aunque en conjunto llegan a porcentajes que oscilan entre 4,8 y 7,8% (Ornaghi et al., 1999).

La cría masiva del insecto vector en condiciones controladas ha permitido desarrollar técnicas de adquisición y transmisión inducida lográndose aumentar sustancialmente la probabilidad de transmisión.

Se conoce que el virus no sólo afecta al maíz, sino que también infecta naturalmente a otras especies de gramíneas, entre ellas: sorgo de alepo (*Sorghum halepense*), gramón (*Cynodon dactylon*), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*). En ellas el síntoma es variable, pero al igual que en maíz se mantiene constante el aspecto achaparrado de la planta, malformaciones de la hoja e inflorescencia, y frecuentemente pequeñas enaciones en las nervaduras (IFFIVE, 1997).

Esta enfermedad es transmitida en forma persistente y propagativa por su insecto vector *Delphacodes kuscheli* (Hemiptera: Delphacidae), lo cual significa que el virus se multiplica (incrementa) en el cuerpo del vector y se mantiene a través del tiempo. Esta característica del

vector del virus del MRC es importante desde el punto de vista epidemiológico ya que además de actuar como agente de dispersión se comporta como una fuente natural del propio virus (Lenardon et al, 1985).

El control de malezas en el cultivo de maíz es fundamental para lograr óptimos rendimientos. Los tratamientos más comunes con herbicidas para el control de malezas gramíneas y latifoliadas en maíz son con herbicidas pre-emergentes como Acetoclor, Metolacoloro y Atrazina, este último también puede actuar en post emergencia temprana, en el caso específico de los dos primeros controlan gramíneas tales como sorgo de alepo de semilla (*Sorghum halepense*), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), eleusine (*Eleusine indica*), y Atrazina hace lo propio con malezas de hoja ancha y algunas gramíneas anuales, entre ellas se pueden nombrar: chamico (*Datura ferox*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), quinoa (*Chenopodium album*), yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*) chinchilla (*Tagetes minuta*), capín (*Echinochloa cruz-galli*) etc.

Estos tres herbicidas, de uso común y de gran difusión actualmente en los paquetes tecnológicos del cultivo de maíz penetran a la plántula, en el caso de la Atrazina, por vía radicular y en menor proporción por las hojas, y principalmente por coleoptile e hipocótilo en Metolacoloro y Acetoclor, a nivel del suelo son adsorbidos por la fracción coloidal, pero este proceso es reversible, ya que en determinadas condiciones de humedad, temperatura y pH se produce la desorción.

En general, Metolacoloro y Acetoclor no persisten en el suelo más allá del ciclo de los cultivos selectivos en donde pueden utilizarse, mientras que la Atrazina, a dosis normales de aplicación, y en condiciones de bajas temperatura y zonas secas la residualidad puede extenderse por más tiempo (Marsico J., 1980).

El período crítico para el control de malezas en maíz es variable y generalmente referido a números de días desde la siembra o emergencia. La variación que se produce en la duración del período se debe a las condiciones en que se desarrolló el cultivo, a las características de las poblaciones de malezas y de la pérdida de rendimiento considerada (Bedmar et al, 2002)

Este periodo crítico que ocurre en las primeras semanas del ciclo de vida del maíz coincide con las aplicaciones post emergentes de Atrazina, produciendo un retardo en el crecimiento de las plántulas de maíz y predisponiéndolo al MRCV (March et al, 1995; Daita et al, 1997).

En ensayos a campo se demostró que no sería necesario el control mecánico o la residualidad de un herbicida de presiembra o preemergente mas allá del estado de 7 hojas, aproximadamente 25 a 30 días desde la emergencia (Bedmar et al, 2002).

IV-HIPÓTESIS

La aplicación de Acetoclor en pre-emergencia y Atrazina en post-emergencia temprana en el cultivo de maíz tienen efecto sobre la incidencia del Mal de Río Cuarto.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si el Acetoclor aplicado en preemergencia y la Atrazina aplicada en pre y post emergencia temprana del maíz bajo condiciones de laboratorio e invernáculo tienen algún efecto sobre la incidencia del Mal de Río Cuarto en maíz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la probabilidad de transmisión del MRC.

Evaluar la incidencia del Mal de Río Cuarto aplicando Atrazina y Acetoclor.

V-MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una cría del insecto vector, a partir de mil quinientas ninfas de primer estadio extraídas de individuos de la cría permanente, libre de virus, bajo condiciones controladas en cámara de crecimiento a una temperatura constante de 24°C, fotoperíodo de 12 horas de luz y 70 % de humedad, que lleva la cátedra de Zoología Agrícola de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Para adquirir el virus las mismas fueron colocadas durante 48 horas sobre plantas de avena con enaciones, siendo luego transferidas a plantas de avena sanas donde se mantuvieron hasta alcanzar el estado adulto (periodo de latencia).

Con el propósito de determinar la probabilidad de transmisión del MRC se colocaron 5 individuos sobre las plántulas de maíz correspondientes al testigo, para ello se utilizó la fórmula de Swallow $p=1-(1-I)^{1/n}$ (Campbell y Madden, 1989)

donde p = probabilidad

I = proporción de plantas enfermas

n = número de insectos por planta

Para determinar la incidencia se realizó, en una primera etapa, un ensayo experimental en laboratorio y luego se continuó con el mismo en invernáculo, el diseño experimental fue en bloques al azar con tres repeticiones utilizando un cultivar de mediana resistencia a la enfermedad.

Los tratamientos fueron los siguientes: el primero de ellos con Atrazina en pre emergencia, el segundo con Atrazina en pre y post emergencia y el tercer tratamiento con Atrazina más Acetoclor en pre emergencia y el cuarto, el testigo sin tratar (desmalezado a mano).

Las dosis de Atrazina fue de 3 l/ha de producto formulado al 50 % y la dosis de Acetoclor de 1.5 l/ha de producto formulado al 90 %

Se sembraron en 320 pequeñas macetas de cartón, semillas de maíz cultivar Chaltén, los cuales fueron sometidos a los distintos tratamientos mediante la utilización de una pulverizadora experimental de parcela, provistas de 4 picos con pastillas de abanico plano, el volumen aplicado fue el equivalente a 100 l/ha .

Cada tratamiento estuvo constituido por 20 plantas por repetición. Las plantas tratadas se llevaron al laboratorio hasta la aparición de la primera hoja, momento en el cual se colocaron

por cada plántula, 5 ejemplares provenientes de la cría infectiva de *Delphacodes kuscheli* durante 48 horas a fin de cumplimentar el período de transmisión, una vez transcurrido dicho período, las chicharritas fueron retiradas de las plantas.

Las plantas así tratadas fueron llevadas a invernáculo y transplantadas en macetas de 2 litros, en las que permanecieron hasta la manifestación de los síntomas, momento en el cual se evaluó la incidencia, para ello se utilizó la fórmula N° de plantas enfermas/ N° total de plantas.

La incidencia fue analizada estadísticamente mediante el ANOVA.

VI-RESULTADOS

De los 4 tratamientos realizados el que mostró mayor incidencia fue el N°2 (Atrazina en pre y postemergencia), el tratamiento N°3 (Atrazina +Acetoclor en preemergencia) fue el que menor variación tuvo con respecto al testigo, siendo el tratamiento N°1 (Atrazina en preemergencia) el intermedio en cuanto a valores de incidencia. En todos los casos los tratamientos superaron al testigo.

Los resultados obtenidos muestran, en los distintos tratamientos herbicidas, valores de incidencia entre 30% y 37%, mientras que el testigo sin tratar fue de 23 % (Cuadro n°1).

No obstante ello al realizarse la prueba del ANOVA a los diferentes tratamientos no se encontró diferencias significativas entre ellos para un $p > 0.05$

Si bien los resultados obtenidos muestran valores de incidencia bajos, se debe tener en consideración que este ensayo fue realizado en condiciones de laboratorio, donde las plántulas de maíz se desarrollaron en situaciones optimas.

Es de esperar que las plántulas desarrolladas a campo muestren incidencia más alta, ya que estas estarían sometidas a factores del medio como la temperatura, la humedad del suelo, los vientos, entre otros, que sin lugar a dudas interactúan con la aplicación de los herbicidas, con lo cual se puede inferir que no sería tan sólo el producto químico por sí sólo el responsable del incremento de la incidencia del MRC, sino por el contrario un conjunto de factores que determinarían este aumento.

Una variable a tener en cuenta sería el control de la temperatura en el período de transmisión y adquisición del virus cuya importancia ha sido demostrada por Maramorosch, (1950) quien trabajando con MRDV, determinó que la temperatura optima para la propagación de la enfermedad varia dentro de un rango de 17 a 24°C, ya que temperaturas en el orden de 35-36°C pueden en la práctica impedir la propagación del virus.

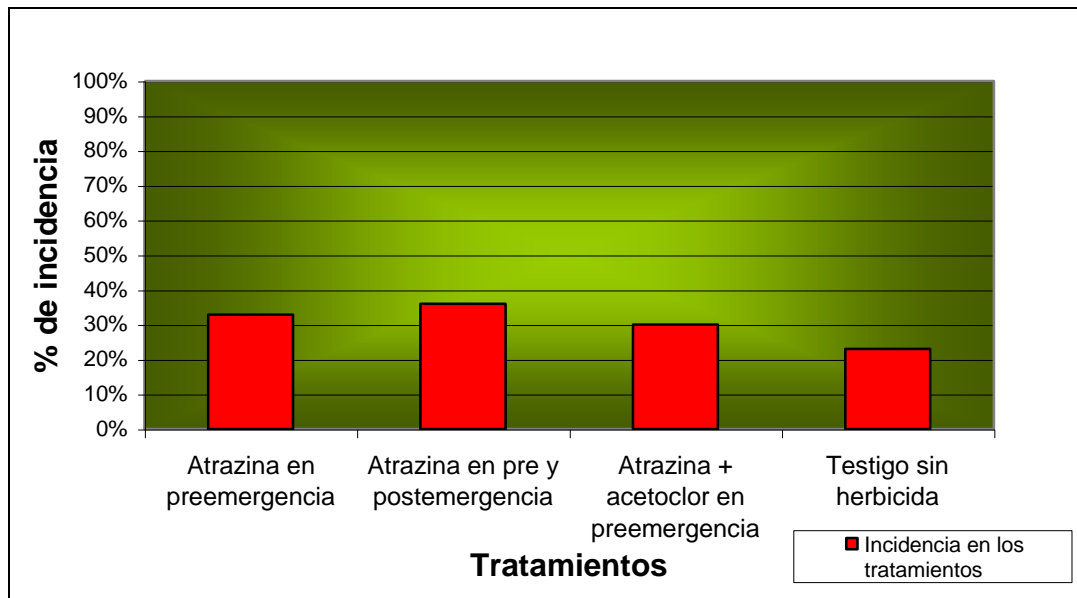
Los valores de transmisión del virus fueron similares (5%) a los obtenidos por Ornaghi y colaboradores, en poblaciones naturales de *Delphacodes kuscheli* (Ornaghi et al., 1999)

Sería interesante conocer como reacciona un híbrido tolerante con una dosis de Atrazina superior a la recomendada en los marbetes y una mayor presión de inóculo.

Cuadro n°1. Porcentajes de incidencia de los bloques en los distintos tratamientos

| | Atrazina en preemergencia | Atrazina en pre y postemergencia | Atrazina+Acetoclor en preemergencia | Testigo sin herbicida |
|-----------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Bloque 1 | 35% | 36% | 32% | 21% |
| Bloque 2 | 33% | 37% | 32% | 23% |
| Bloque 3 | 32% | 38% | 26% | 25% |
| Promedio | 33% | 37% | 30% | 23% |

Gráfico de barras de incidencia de los distintos tratamientos



VIII-BIBLIOGRAFÍA

BEDMAR, F., EYHERABIDE, J., SATORRE, E. 2002. Bases para el manejo de malezas. En: Andrade, F; Sadras, O. (comp.). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Producciones gráficas Sirio.

BOCCARDO, E., and MILNE, R. 1984. Descriptions of Plant Viruses. Set.18. Plant Reovirus Group N° 294

CAMPBELL, MADDEN.1989. Introduction to plant disease epidemiology. Ed.John Wiley & Sons.530p

DAITA, O; LENARDON, S; ORNAGHI, J; OTAMENDI, H; TELLERIA, G. 1997. Estrategia frente al Mal de Río Cuarto. 5° Congreso Nacional de AAPRESID. Mar del plata, Argentina: 295-316.

Imperio Rural 2004. Producciones Agrícolas.

www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivo/SRRC/ 12-11-2004

INSTITUTO DE FITOPATOLOGIA Y FISIOLOGÍA VEGETAL.1997. Misión técnica japonesa. Informe interno. Córdoba, Argentina

LENARDON , S., MARCH, G., BEVIACQUA, J, MARINELLI, A., ORNAGHI, J. Y ASTORGA, E. 1985. Diferentes épocas de siembra y cultivares de maíz como alternativa para disminuir la incidencia del Maize Rough Dwarf Virus (MRDV) agente causal del "Mal de Río Cuarto". IDIA Set-Dic, pp 78-83.

LENERDON, S., MARCH, G. Y ORNAGHI, J. 1999. Virus del Mal de Río Cuarto en maíz. En IFFIVE-INTA-JICA. Enfermedades causadas por virus y fitoplasmas en cultivos extensivos-intensivos. Cordoba, Argentina

MARAMOROSCH, K. 1950. Influence of temperature on incubation and transmisión of the wound-tumor virus. Phytopatology. En Harpaz, 1972. Maize Rough Dwarf. A planthopper virus disease affecting maize, rice, small grains and grasses. Israel Universities Press.

MARCH, G., BALSARINI, M., ORNAGHI, J. A., BEVIACQUA J. E., & MARINELLI, A. 1995. Predictive model for "Mal de Río Cuarto". Disease intensity plant disease.1051-1053

MARCH, G., ORNAGHI, J., BEVIACQUA, E. J. Y LENARDON, S. 1997. Manual técnico del Mal de Río Cuarto Ed. MORGAN Buenos Aires.41p

MARSICO O.1980. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Ed Hemisferio Sur. 128

ORNAGHI, J., BOITO, G., SÁNCHEZ, G., MARINELLI, A. 1991. Incidencia del Maize Rough Dwarf Virus-Río Cuarto según su transmisión en diferentes estados fenológicos del maíz y tiempos de inoculación. Taller de actualización sobre el Mal de Río Cuarto Pergamino, Argentina: 45

ORNAGHI, J; MARCH, G; BOITO, G; MARINELLI, A; BEVIACQUA, J; GIUGGIA, J; LENARDON, S. 1999. Infectivity in natural populations of *Delphacodes kuscheli* vector of "Mal de Río Cuarto" virus. MAYDICA:44:1-5

AGRADECIMIENTOS:

Al Ing. Agr. José Ornaghi por darme la posibilidad de realizar este trabajo y al Ing. Agr. Jorge Giuggia, por ayudarme en la realización práctica del mismo. No me quiero olvidar del Ing. Agr. Patricio Amione y de su novia por la colaboración en la traducción del resumen y aprovecho para agradecer a todos los compañeros que me brindaron su amistad y con quien compartí muchos momentos gratos.