



INFORME TECNICO FINAL

PROYECTO “Desarrollo de tecnologías para el manejo integrado de la Fusariosis de la Espiga de Trigo”

Convenio IICA – BID ATN/SF 6486 RG

Líder del Proyecto: Ing. Agr. Jorge Nisi

Junio 2003

Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur

Argentina, Bolivia
Brasil, Chile
Paraguay, Uruguay

 IICA
Instituto Interamericano
de Cooperación para
la Agricultura

**Desarrollo de tecnologías para el manejo integrado de la Fusariosis de la
Espiga de Trigo**

Informe Técnico Final

**FONDO REGIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
(FONTAGRO)**

Marcos Juárez, Córdoba, Argentina

Junio de 2003

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
INTRODUCCIÓN	4
SELECCIÓN DE GERMOPLASMA CON RESISTENCIA A LA FET E IDENTIFICACIÓN DE PROGENITORES	5
EVALUACIÓN DE PROGENITORES ANCESTRALES Y CRUZAS AMPLIAS.....	13
HIBRIDACIÓN Y SELECCIÓN DE GERMOPLASMA CON PRUEBAS MULTI-LOCALES	21
ESTABILIDAD DEL COMPORTAMIENTO DE LAS FUENTES DE RESISTENCIA A FET	27
EVALUACIÓN DE MICOTOXINAS EN GERMOPLASMA SELECTO Y ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS PARA SU DETERMINACIÓN.....	37
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE <i>FUSARIUM</i> ASOCIADAS A LA FET	42
VARIABILIDAD PATOGENICA DE POBLACIONES DE <i>FUSARIUM</i> ASOCIADAS A LA FET.....	45
PRÁCTICAS DE MANEJO SUPRESIVAS AL DESARROLLO DE LA FET	47
CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LOS CULTIVARES PERTENECIENTES AL VIVERO INTERNACIONAL DE RESISTENCIA A FUSARIOSIS DE LA ESPIGA DE TRIGO (VIRFET), MEDIANTE MICROSATÉLITES	61
SEMINARIO INTERNACIONAL	69
PUBLICACIONES Y ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS	71
RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANEADAS Y METAS ALCANZADAS	74
CONCLUSIONES GENERALES.....	75
LISTA DE EJECUTORES PRINCIPALES.....	76
ANEXOS.....	77

RESUMEN EJECUTIVO

La “Fusariosis de la Espiga del Trigo” (FET) es una enfermedad importante a nivel mundial, causando enormes pérdidas de producción e induciendo problemas toxicológicos en humanos y animales. Dado el incremento de la rotación de cultivos maíz-trigo en el Cono Sur y la creciente tendencia a mantener rastrojos sobre la superficie del suelo (manejo conservacionista), la importancia de la enfermedad ha aumentado significativamente. Cabe mencionar que las epidemias severas de la enfermedad coinciden con los años húmedos y templados, frecuentes situaciones durante los últimos años.

Los objetivos de este proyecto cooperativo entre Argentina, (Brasil), Paraguay, Uruguay y el CIMMYT fueron desarrollar estrategias regionales y globales para un manejo integrado de la enfermedad con énfasis en la búsqueda y caracterización de resistencia genética y en la identificación de prácticas culturales con potencial para reducir el establecimiento y desarrollo de la enfermedad.

En la propuesta de proyecto inicial se consideraban acciones orientadas al desarrollo de estudios epidemiológicos, de herencia y de caracteres morfofisiológicos relacionadas con la resistencia, a cargo de EMBRAPA (Brasil) e INIFAP (México). Debido a que esas instituciones no formaron parte del FONTAGRO durante la realización del proyecto, y por consiguiente no recibieron los fondos correspondientes, esas acciones no fueron llevadas a cabo.

A través de la evaluación de germoplasma de trigo de los programas de mejoramiento involucrados en el proyecto pudo observarse que algunas de las variedades comerciales empleadas en la actualidad y un número considerable de otras antiguas que ya no se siembran, poseen un considerable nivel de resistencia a la FET bajo las condiciones altamente predisponentes de la región. Estos materiales no sólo contribuyen a reducir el impacto de la enfermedad en campos de productores sino que también constituyen una importante fuente de resistencia comprobada y asociada a características de adaptación para esos ambientes. El amplio número de líneas avanzadas identificadas en los programas participantes con altos niveles de resistencia a la FET, sugiere que las variedades que podrían liberarse en el mediano plazo tendrán un nivel importante de protección genética frente a las especies de *Fusarium* causantes de la enfermedad mayor que el de las actuales y sobre fondos genéticos más variados. Las principales fuentes de resistencia en esas líneas avanzadas son, entre las principales, Tezanos Pinto Precoz, Klein Atlas y Frontana (sudamericanas), Shanghai3, 4 y 5, Chuan Mai 18, Sumai 3, Suzhoe1, Ning 8331 y Ning 8343 (chinas).

De la evaluación de progenitores ancestrales y cruzas amplias, pudo determinarse que los trigos ancestrales regionales tienen importante potencial como fuentes de resistencia. A su vez, *Triticum tauschii* es una fuente secundaria y muy importante de diversidad para la creación de los trigos sintéticos. Tanto en los trigos sintéticos como en sus derivados se ha encontrado resistencia de tipo I a III. Actualmente se está tratando de explotar la diversidad terciaria presente en las especies como *Thinopyrum* y *Leymus*.

Las cruzas diseñadas y realizadas para combinar alto nivel de resistencia a la FET en germoplasma adaptado de alto potencial de rendimiento, conforman un producto del proyecto con altas probabilidades de constituirse en variedades más seguras frente al constante riesgo que implica la enfermedad en la región. Por su parte, las líneas y

variedades detectadas y caracterizadas a través de las pruebas multi-locales han pasado a constituir un fondo genético con más amplia y efectiva resistencia a la FET. Esta diversidad de germoplasma servirá para retroalimentar a los programas de mejoramiento con progenitores donantes de caracteres específicos de resistencia para los tipos I, II y III, con el fin de piramidizarlos en fondos genéticos adaptados y de alto rendimiento y calidad.

La organización e implementación de un vivero regional para resistencia a la FET (VIRFET) y su evaluación en diferentes ambientes a través del proyecto permitió identificar un grupo reducido de líneas con características específicas para diferentes tipos de resistencia. Entre ellas se destacan Frontana (utilizado mundialmente), Sha5/Weaver y Sha3/Catbird que muestran resistencia estable para los dos tipos mencionados anteriormente (I y II). Esta información es de gran valor para los programas de mejoramiento de la región y a nivel mundial para ampliar la variabilidad y poder transferirla a materiales adaptados.

La puesta a punto de un método fluorométrico para la cuantificación de una de las micotoxinas de mayor importancia, Deoxinivalenol (DON), producidas por las especies de *Fusarium* asociadas a la FET permitió detectar germoplasma con buena correlación entre el porcentaje de granos afectados y el contenido de DON (INIA Churrinche de Uruguay y la línea ORL 99192 de Brasil). Así también se pudo identificar otros materiales con bajo contenido de micotoxina a pesar de un elevado número de granos afectados (Mayoor//Tksn 1081/Ae.sq.(222). En la mayoría de los casos en los trigos derivados de los trigos sintéticos hexaploides que fueron analizados, se observaron muy bajos contenidos de DON. Las observaciones realizadas indican que existe un importante nivel de variabilidad para este carácter que puede estar asociado con la expresión de resistencia tipo III y que este tipo de estudios debería ser ampliado en el futuro.

En Argentina y Uruguay la especie más frecuentemente asociada a la FET fue *Fusarium graminearum*, y las más difundidas, junto con *F. graminearum*, fueron *F. equiseti*, *F. culmorum*, y *F. semitectum*. Por su parte, las especies más frecuentes en los Valles Altos de México fueron *F. avenaceum*, *F. graminearum* y *F. trincictum*. El análisis de especies en restos vegetales en Uruguay puso de manifiesto que *F. graminearum* sólo fue importante en rastrojos de trigo y cebada, pero no en maíz, malezas gramíneas y girasol. Finalmente, *Fusarium graminearum* fue reduciéndose en función de la edad del rastrojo. Los rastrojos de trigo y cebada en la superficie aportaron inóculo por 2 a 2.5 años y los de maíz por un período de hasta 3 años

La variabilidad de aislamientos de *Fusarium* asociados a la FET fue estudiada en colaboración con la Universidad de Kansas, EEUU. Las poblaciones fueron caracterizadas en base a la digitalización vía marcadores AFLP. Las poblaciones de *Gibberella zeae* de origen brasileño y uruguayo correspondieron mayoritariamente al linaje 7. En la mayoría de los casos, los linajes 1 y 2 fueron componentes menores de la población proporcionada por el Cono Sur y el linaje 6 estuvo presente solo en dos poblaciones. Contrariamente, las muestras de México correspondieron mayoritariamente al linaje 3. Sólo en un caso (en México) se detectó la presencia del linaje 7.

Es necesario ampliar este tipo de trabajos no solo desde el punto de vista de identificar fuentes de resistencia estables para los programas de mejoramiento sino también por la capacidad de distintas poblaciones de producir diferentes toxinas. Aunque los datos preliminares indican la predominancia del linaje 7 en Brasil y Uruguay, es necesario

confirmar este dato y también explorar si existe alguna evidencia de interacción con otros linajes en cuanto a su capacidad de producción de toxinas a nivel de campo.

Por otra parte, en experiencias conducidas en CIMMYT, México, con aislamientos de *F. graminearum* sobre cultivares resistentes y susceptibles se confirmó la presencia de interacciones y la ocurrencia de variantes del hongo altamente virulentas contrastando con otras muy poco virulentas. Estos resultados plantean la necesidad de intensificar este tipo de estudios cuyas implicancias sobre la detección y caracterización de fuentes de resistencia efectivas son de alta prioridad para los programas de mejoramiento.

Con el fin de caracterizar prácticas de manejo supresivas al desarrollo de la enfermedad se observó que los efectos de fecha de siembra y fertilización nitrogenada, aunque observables, son de bajo valor relativo y altamente aleatorios. Por su parte, el tratamiento con compuestos fungicidas ofrece una herramienta complementaria de manejo de la enfermedad que puede ser considerablemente eficientizada a través del empleo de mecanismos de dispersión (picos de aplicación) adecuados a las particularidades de los blancos de acción (anteras y glumas) de las aplicaciones.

Una colección de 118 cultivares, contribuidos por los participantes (VIRFET), que presentan distinto grado de resistencia a *Fusarium* fue utilizada para la caracterización molecular. El análisis vía microsatélites puso de manifiesto que de los 12 *loci* evaluados el más significativo es el presente en el cromosoma 3B, flanqueado por los microsatélites *Xwms493* y *Xwms533* que es capaz de explicar el mayor porcentaje de la varianza fenotípica de la resistencia a *Fusarium*. Este QTL proveniente de Sumai3 puede ser incorporado en cualquier germoplasma siempre y cuando cumpla con el requisito de presentar alelos diferentes a Sumai 3 para los microsatélites *Xwms493* y *Xwms533*. Desarrollar poblaciones locales de mapeo para resistencia a *Fusarium*, diferentes a Sumai 3, puede ser muy útil para desarrollar marcadores moleculares asociados a ellas. Estos marcadores podrían utilizarse para piramidizar diferentes fuentes de resistencia a *Fusarium* en el germoplasma común como estrategia para la obtención de altos niveles de resistencia a este patógeno.

En conclusión, el proyecto logró sus principales metas de identificar germoplasma con un alto nivel de resistencia estable y técnicas culturales (y químicas) para disminuir los efectos de la enfermedad sobre el cultivo. Sin embargo, dada la enorme importancia de las toxinas generadas por el hongo en la salud humana y animal, resta estudiar la capacidad toxicogénica de diferentes poblaciones del hongo presentes en la región y sus interacciones con hospedantes, factores ambientales y diferentes prácticas de manejo del cultivo.

Finalmente, cabe mencionar que el proyecto posibilitó articular las capacidades de varios organismos de investigación y desarrollo (Centros Internacionales de Investigación Agrícola y Centros Nacionales de Investigación y Desarrollo Agrícola) en pro de la solución de uno de los problemas de mayor impacto sobre la cadena agroalimentaria trigo. Asimismo el presente proyecto permitió la adquisición de equipo de laboratorio específico y retroalimentó a los sistemas científico-tecnológicos nacionales con información básica y aplicada sobre el tema. Para quienes tuvimos la oportunidad de participar en este proyecto fue una experiencia profesional constructiva y gratificante.

INTRODUCCIÓN

Las economías y los hábitos de la alimentación en América Latina se basan principalmente en la producción agrícola. Entre los distintos rubros, el trigo es uno de los más importantes por el área sembrada y el volumen de producción. Casi 80 % de esta producción es utilizada localmente. Debido a las condiciones climáticas y de manejo la productividad de trigo es afectada seriamente por enfermedades. Entre ellas, la “fusariosis de la espiga” (FET), causada por especies de *Fusarium*, se ha convertido en una enfermedad de gran importancia debido a su amplia distribución, frecuente ocurrencia y marcados efectos sobre los rendimientos y los granos cosechados. Estas pérdidas en el volumen de producción son a menudo acompañadas por un deterioro de la calidad de los granos que se refleja en su uso industrial y la presencia de micotoxinas, sustancias potencialmente peligrosas para la salud del hombre y de los animales.

La magnitud de la importancia económica de la FET durante los últimos tiempos ha sido cuantificada en varios países de la región fluctuando entre 20 y 50 % de disminución de los rendimientos. El problema de la enfermedad en la región se agudizó debido al incremento de las labranzas conservacionistas y la rotación con el cultivo de maíz cuyo rastrojo sirve como excelente sustrato para la supervivencia del hongo.

Debido a la importancia de la enfermedad, los programas nacionales de investigación de trigo han priorizado el problema hace varios años. El manejo de la enfermedad, a través del empleo de cultivares resistentes y el uso de control cultural y químico, presentaba limitaciones debido al escaso germoplasma comercial resistente al patógeno y a la escasa y fragmentaria información disponible sobre medidas de manejo supresivas.

Con el apoyo de FONTAGRO a este proyecto fue posible consolidar la capacidad técnica disponible en cada uno de los países participantes e integrar la investigación sobre la FET a nivel continental. El proyecto posibilitó agilizar el proceso de identificación de la resistencia genética en el germoplasma de trigo proveniente de distintos orígenes así como en gramíneas y progenitores ancestrales; tanto por medios de mejoramiento convencionales cuanto por marcadores moleculares relacionados, se pudo caracterizar el potencial de algunos genotipos para reducir la producción de micotoxinas del hongo y aumentar los conocimientos sobre especies de *Fusarium* más frecuentemente asociadas a la FET. También se evaluaron estrategias de protección química y cultural.

Considerando que el Cono Sur es una de las pocas regiones en el mundo que puede incrementar su producción para ayudar a las necesidades de los alimentos en el futuro y que la FET impone una restricción de considerable magnitud para una producción de trigo eficiente y de calidad, surge que el desarrollo del proyecto fue una vía de importancia para iniciar una aproximación integral a la solución del problema.

SELECCIÓN DE GERMOPLASMA CON RESISTENCIA A LA FET E IDENTIFICACIÓN DE PROGENITORES

Dada la importancia de la FET para la región, todos los programas de mejoramiento de trigo incluyen la resistencia a esta enfermedad dentro de las prioridades. La identificación de germoplasma resistente y la selección de materiales derivados de cruzas diseñadas con ese fin se realizan a través de inoculaciones artificiales, bajo condiciones semi-controladas (invernáculo y telado), con aislamientos de *Fusarium* seleccionados por su agresividad, y bajo inoculación natural a campo. En el marco de las actividades planificadas para este proyecto se realizaron pruebas orientadas a la detección de materiales resistentes y a la caracterización de la resistencia en germoplasma de buen comportamiento. Las pruebas fueron realizadas en CIMMYT (México) e INTA Marcos Juárez (Argentina), bajo telado e inoculación artificial, y en La Estanzuela (Uruguay), INTA Pergamino (Argentina) y DIA Capitán Miranda (Paraguay) bajo condiciones de inoculación natural a campo.

Las observaciones de incidencia y severidad fueron realizadas empleando escalas de doble dígito 00/99 o 00/55 coincidiendo con el estado de madurez lechosa a pastosa del grano. En todos los casos se incluyeron testigos altamente susceptibles y también resistentes con el fin de ponderar la expresión de la resistencia observada. En este último caso, se emplearon materiales de comprobada resistencia como Klein Atlas y Catbird 1073.

Resultados

Las evaluaciones realizadas por los participantes del proyecto, permitieron detectar en algunos casos y confirmar en otros la resistencia de los materiales analizados (cultivares comerciales recientemente liberados, cultivares comerciales antiguos y líneas segregantes y avanzadas de los programas de mejoramiento de las instituciones participantes del proyecto). Las entradas destacadas por su alto nivel de resistencia (tipos I y II) son presentadas en los **Cuadros 1 a 10**.

Cuadro 1. Cultivares comerciales con altos niveles de resistencia de tipo II a la FET en Argentina

Variedad	Cruza
BUCK GUAPO	BCHA//BPAT/CRCO
BUCK PONCHO	RAP/REL//IRAP/RAP-BPAR//BARPET
KLEIN CACIQUE	BCIM/25348//VEE"S"
KLEIN ESCORPION	KOR/3/CARP853/COC/VEE"S"
KLEIN SAGITARIO	HORK"S"/BÑA/3/KH539.b/NURI70//MN72131/4/KOR
PROINTA GRANAR	MJI//PAK3563/CHAP70/3/DEI
PROINTA MOLINERO	KLAT/MJI//VI/3/BOW"S"
PROINTA QUINTAL	MAYA74"S"/BON/5/DIAMANTE/NAM/4/SOTY//TZPP3//SK/3/PPI

Cuadro 2. Cultivares argentinos antiguos con altos niveles de resistencia tipo II a la FET

Klein Atlas= Kl. Lucero/Kl. 157//Kl. Rendidor
Vilela Sol= Gral. Roca MAG/Kl. Aniversario
Oncativo INTA= Thatcher/Sinvalocho MA//Bagé 1971
Cargill Trigal 706= Jar"s"/FSA//Son 64/3/Tob"s"
Las Rosas INTA= Klat//INIA/Bb/4/NP 876/Pj//Cal/3/Bb
La Paz INTA= Son 64/Vil 23//Jar"s"/3/PPI
Norkin Líder= Tob/B.Man//Bb/3/Kl.Fortin
Klein Atalaya= No/Bb//CC/We
Klein Criollo= B.Nam/Kl.Puma
Klein Salado= Kl.Puma/Olaeta Artillero//Cno"s"
Klein Orión= Kluc/Y53//KIsen/5/Cno/No66/3/Son/Klren//Bb/4/Cno/GII//INIA/Jar
Klein Cacique= B.Cim/25348//Vee"s"
Buck Charrúa= Raf/Klpet//Klren/3/Klim//Raf/Klpet/4/Lov/5/Raf/Klpet//Klren/3/Klim
ProINTA Federal = Bobwhite. CM 33203-H-8M-8Y-1M-1Y-1M-0Y-1T-1T-0T
C.Cabildo=B.Atl/4/Klan/Blackhull//Pentad/3/MQ/G.Roca/5/Vmar//Vsol/Jar"s"
Cooperación Bahía= Klan/ST//Roca/Klan/3/16.60/4/B.Man/A85.69/B.Man
Cooperación Millán = Ctk/Bow
ProINTA Supremo= ProINTA Oasis/ProINTA Federal
ProINTA Calidad= TzPP/Seri//Buc"s"
ProINTA Quintal= My 74/Bon/5/Dte/B.Nam/4/Soty//TC*3/Sk/3/PPI

Cuadro 3. Cultivares comerciales con altos niveles de resistencia de tipo II a la FET en Paraguay

Variedad	Cruza
Itapúa 45	CHAT`S`/CEP7780//PRL"S"/BOW"S"
Cordillera 3	KVZ/BUHO"S"/KAL/BB
Itapúa 40	BOW"S"/VEE"S"

Cuadro 4. Cultivares comerciales con altos niveles de resistencia de tipo II en Uruguay

Variedad	Cruza
INIA Torcaza*	EFED/4/T800/3/KIMP/AGATHA//KIMP/PAT24
INIA Churrinche*	EFED/LE2154
INIA Tijereta	LE2132/ECALANDRIA
INIA Gorrión	EFED/ECOLIBRI
INIA Caburé	EFED//BUCK 6/MR 74507
Estanzuela Pelón 90	KVZ/TRM

*Alto nivel de resistencia de tipo I

Cuadro 5. Líneas avanzadas del programa de mejoramiento del INTA de Argentina con altos niveles de resistencia a la FET

LAJ 3520= Bobwhite. CM 33203-M-8M-8Y-1M-1Y-1M-0Y-1PTZ-0Y-1J-0J
LAJ 1409= Nad//Bb/Inia. CM 7161
LAJ 2079= Soktt//Jus/Jar"s"/3/Soren. MJ 1389
LAJ 2082= H-855/3/CC/Jus/Jar"s". H 1517
LAJ 2231= CC/Piamontés INTA. MJ 1353
LAJ 2316= ND 81/Mas 5//Soty/3/Ptés/4/Soren/Nai. MJ 1464
LAJ 1934= Soren/Nai//Ptés. MJ 1412
LAJ 2548= Cno/Gll/3/Npo/Cdl//Bb/Cno. CM 29255
LAJ 2955= B.Nam/C.Nat./Pato(R)/Cal/3/7C//Bb/Cno. A 2895
LAJ 3127= Klt/4/Cow"s"/3/Nad//Bb/Inia. CM 70046
LAJ 3153= Bagé/Hork//Aldan"s"/3/Cndr"s"/Ald"s". A 5137
R1. Las Rosas INTA*3 / Precoz Paraná INTA (Res. Ustilago)
LFJ-I-7= Bow"s"/Nobeoka Bozu//CEP75203/Vee"s"
LFJ-I-16= Bow"s"/Pekin 8//Pel 73007/Vee"s"
LFJ-II-17= Vilela Sol/Klein Atlas//LAJ 1409/LAJ 1934
LFJ-II-20= LAJ 1409/La Paz INTA//PF 7815/LAJ 2079
LFJ-II-25= LAJ 1409/La Paz INTA//PF 7815/LAJ 2079
LFJ-II-27= LAJ 1409/La Paz INTA//PF 7815/LAJ 2079
LFJ-III-38= Vilela Sol/Nobeoka Bozu//Pel 73101/Las Rosas INTA
LFJ-IV-52= LAJ 409/LAJ 2231//Klat/Pel 73001/3/1409/Pel74142/LRI/Pel 73001
LFJ-IV-55= Las Rosas INTA/LAJ 1409//LAJ 1409/K 61069
LFJ-IV-56= Las Rosas INTA/LAJ 1409//LAJ 1409/K 61069
LFJ-IV-59= Klat/Pel 74142//LRI/Nyubai/3/Klat/CEP 75203//LAJ 1409/PF 7815
LFJ-VII-86= LAJ 2221/Su Mai 3//LAJ 2955/Pel 74172
LFJ-VIII-118= KLAT/CHINA 7//LRI /NING 8343.
LFJ-VIII-121= KLAT/CHINA 7//LRI /NING 8343.
LFJ-VIII-122= LRI/CHINA 7//LAJ 2955/NING 82109
LFJ-VIII-126= LRI/CHINA 7//LAJ 2955/NING 82109
LFJ-VIII-140= CHINA 7/LAJ 2548//LAJ 3127/SU MAI 3.
TX73V2033/AMI//POAS
TX81V6614/KS831943//SB114
CHIL"S"/URES81
GOV/AZ//MUS/3/KEA
CHEN/A. sq (205)//HAHN*2/PRL"S"
CHIL/IAPI
SHA#3/SERI//SHA#4/LIRA
PASTOR/KAUZ/3/CROC1/Ae. sq. (224)//OPATA
BPON/BNDU/157.69
BGUA//SUZHOE#1/KAUZ

Cuadro 6. Líneas avanzadas del programa nacional de trigo de Paraguay con altos niveles de resistencia tipo II

Línea	Genealogía
C-93087	CHAT"S"/CEP7780//PRL"S"/BOW"S"
E-92227	CAR853/COC//VEE"S"/3/JUP/BJY"S"//URES"S"
E-9225	CAR853/COC//VEE"S"/3/JUP/BJY"S"//URES"S"
C-96003	CHAT/NING 8331
E-97034	CATBIRD
E-99051	SHA4/CHIL
E-01032	PSUPERIOR/MILAN"S"

Cuadro 7. Líneas avanzadas del programa de mejoramiento del INIA Uruguay con altos niveles de resistencia tipo II a la FET

LE 2299*
LE 2285*
LE 2303
LE 2304
LE 2294//SAGVARI-NB/MM-SUMEY#3(183)
LE 2294/FRONTANA
CM82036/REMUS//LE 2294
F1 FRONTANA/IMIRLO/3/F2 IMIRLO//DIF1073
LE 2294/3/IBOY//CLEO//INIA66,
IBOYERO/FRONTANA
SHANGAI#3/CATBIRD//IMIRLO
GEN/PARULA/3/LI107/YMI#6
FRONTANA/IMIRLO
GEN/PARULA//FRONTANA
FRONTANA/IBOYERO
ICABURE//PELON90/SUZHOE
ICABURE//PELON90/SUZHOE
DIF1073/3/IBOYERO//CLEO//INIA66
IMIRLO/DIF1073

*Alto nivel de resistencia de tipo I

Cuadro 8. Nuevas líneas avanzadas del programa de mejoramiento del INIA Uruguay con altos niveles de resistencia tipo II a la FET

CHUAN MAI #18/BAU"S" (Testigo Res.)	CM91045-5Y-0M-0Y-4M-0Y-0B (DIF 1073)
CTBRD/IBOY	UR94099-0LE-0EV-8FE-0FE
CTBRD/IBOY	UR94099-0LE-0EV-17FE-0FE
CTBRD/IMIRLO	UR94100-0LE-0EV-19FE-0FE
CTBRD/MILAN	UR94101-0LE-0EV-54FE-0FE
IMIRLO/5/GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	UR94097-0LE-0EV-27FE-0FE
IMIRLO/5/GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	UR94097-0LE-0EV-44FE-0FE
PSUP/CTBRD	UR94055-0LE-0EV-33FE-0FE
PSUP/CTBRD	UR94055-0LE-0EV-24FE-0FE
SHA 3/SERI//YANG 87-142	(YSET96-261)
NING 8745/3/2* CHUAN MAI #18//JUP/BJY	(YSET96-311)

Cuadro 9. Nuevas líneas avanzadas del programa de mejoramiento de CIMMYT con altos niveles de resistencia tipo II a la FET. Año 2000

Cruza	Genealogía
CORYDON	CM81074-17Y-01M-0Y-12M-2Y-0M-3M-010Y-0FUS-2FUS-0SJ-
CHUM18//JUP/BJY	CM91046-7Y-0M-0Y-4M-8Y-0B-0FC-2FUS-0Y-1SCM-0Y-1SCM
SHA4/CHIL	CM91099-25Y-0M-3N-1Y-0YZ-010M-0Y-3M-010Y-0FUS-1FUS-1SCM-0Y-1SCM
DUCULA//GEN/BAYA	CMBW91M01509S-0M-040Y-015M-0Y-0Y-1M-0Y-1SCM
SHA4/4/CAR853/COC//VEE/3/BOW/5/BEIJING89	CMBW91Y02947T-030TOPM-9Y-010M-010Y-015M-1Y-0M-0SJ-
MJI/GLEN/TRT/3/DUCULA/4/TNMU	CMBW91M03531T-0TOPY-5M-010Y-015M-010Y-5Y-0M-1SCM
PASAMILAN//MILAN	CMBW91M03548T-0TOPY-18M-010Y-015M-010Y-2Y-0M-1SCM
PASA*2//ALD/COC	CMBW91M03551F-0TOPY-12M-010Y-015M-010Y-2Y-0M-1SCM
PSN/BOW/4/MAYA/NAC/3/RPB14.68/PVN//PHO/5/MUNIA	CMBW91M03563T-0TOPY-13M-010Y-015M-010Y-1Y-0M-1SCM
TNMU/MILAN//ATTILA	CMBW91M03575T-0TOPY-29M-010Y-015M-010Y-4Y-0M-2SCM
CLC89/MILAN//MILAN	CMBW91M03590T-0TOPY-14M-010Y-015M-010Y-6Y-0M-1SCM
TODY/MILAN//BAU	CMSS92Y01938T-28Y-015M-010Y-010Y-3M-0Y-1SCM
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW/5/TNMU/6/BAU	CMSS92Y01980T-12Y-015M-010Y-010Y-9M-0Y-1SCM
BR14/CEP847	B31615-0Z-0Z-1A-4A-3M-010Y-0M-4PZ-0Y-0SJ-1SCM
CATBIRD	CM91045-502M-0M-1PZ-0Y-1PZ-0Y-2SCM
CHIL/CHUM18	CM92687-7PS-0Y-030M-7Y-1Y-0Y-2M-010Y-0FUS-1FUS-2SJ-
PF72640/PF7326//PF7065/ALD/3/KLT/4/DUCULA	CMBW89M3975-4M-0AL-1AL-2B-0Y-3PZ-0Y-1SCM
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	CM79515-044Y-1M-02Y-07M-3Y-3B-0Y-0PZ-2PZ-0Y-5PZ-010Y-0M-3M-0Y-6SCM
DESC//VEE/PJN/3/YANG85-85	CMSS92Y02313T-11Y-015M-015Y-010M-7Y-0M-1SCM
SHA4/CHIL//CHIR1/3/ZHE JIANG 4	CMSS92M03602T-015M-0Y-050M-0Y-13M-0Y-1SCM
GUAM92//PSN/BOW	CMSS92M01860S-015M-0Y-050M-0Y-7M-0Y-2SCM
GUAM92//PSN/BOW	CMSS92M01860S-015M-0Y-050M-0Y-11M-0Y-1SCM
WUH1//VEE#5//MUNIA	CMSS92M01862S-015M-0Y-050M-0Y-15M-0Y-1SCM
WUH1//VEE#5//CBRD	CMSS92M01863S-015M-0Y-050M-0Y-1M-0Y-3SCM
SHAN 32109/PASA	CMSS92M01945S-015M-0Y-050M-0Y-11M-0Y-2SCM
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	CMBW90M2468-12M-010M-010Y-015M-9Y-0M-1SCM
R37/GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*YMI #6/5/CBRD	CMBW91Y01575S-4Y-010M-010Y-015M-2Y-0M-1SCM
CHUM18*3/6/WRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/AUS-6869/5/PELOTAS-ARTHUR	CMBW89M7419-0TOPY-030M-5Y-010M-2Y-0M-2KBY-0M-1SCM
OCEP17//BOW/NKT	CMBW90M1670-29M-7AL-0AL-07Y-5M-0Y-1SCM
OCEP17//VEE#5/SARA	CMBW90M1671-28M-7AL-0AL-07Y-3M-0Y-1SCM
ALUCAN//KEA/GHK	CMBW89M3765-5M-0AL-2AL-4B-0Y-2SCM
MILAN/SHA7	CM97550-0M-2Y-030H-3Y-3Y-0Y-3M-010Y-0FUS-1FUS-5SCM
NG8319//SHA4/LIRA	CMBW90M2302-6M-010M-010Y-015M-6Y-0M-1SCM
R37/GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*YMI #6/5/CBRD	CMBW91Y01575S-4Y-010M-010Y-015M-1Y-0M-1SCM
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	CMBW90M2468-9M-010M-010Y-015M-9Y-0M-1SCM
SW89-5124*2//FASAN	CMBW91Y03050F-030TOPM-2Y-010M-010Y-010M-9Y-0M-2SCM
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	CMBW90M2468-12M-010M-010Y-015M-10Y-0M-3SCM
SELBOL S-68 Y95-96	-0BOL-1SCM
SODAT/SUM3//NG8201/NING8647	-6SCM
SHA3/CBRD	CMSS92Y00595S-1SCM-0CHN-015Y-3SCM
SHA5/WEAVER	CM95103-25Y-0M-0Y-2M-0RES-5PZ-0Y-10PZ-0Y-2SCM
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	CM79515-044Y-1M-02Y-07M-3Y-3B-0Y-0PZ-2PZ-0Y-5PZ-010Y-0M-5SJ-0Y-2SCM-0Y-2SCM
FRONTANA (Testigo resistente)	-0BRA
FLYCATCHER (Testigo susceptible)	CM43598-II-8Y-1M-1Y-3M-3Y-0B-7M-0Y

Cuadro 10. Nuevas líneas avanzadas del programa de mejoramiento de CIMMYT con altos niveles de resistencia tipo II a la FET. Año 2001

Cruza	Genealogía
CORYDON	CM81074-17Y-01M-0Y-12M-2Y-0M-3M-010Y-0FUS-2FUS-0SJ-1SCM
CHUM18//JUP/BJY	CM91046-7Y-0M-0Y-4M-8Y-0B-0FC-2FUS-0Y-1SCM-0Y-
SHA4/CHIL	CM91099-25Y-0M-3N-1Y-0YZ-010M-0Y-3M-010Y-0FUS-1FUS-1SCM-0Y-1SCM
DUCULA//GEN/BAYA	CMBW91M01509S-0M-040Y-015M-0Y-0Y-1M-0Y-1SCM
SHA4/4/CAR853/COC//VEE/3/BOW/5/BEIJING89 1941	CMBW91Y02947T-030TOPM-9Y-010M-010Y-015M-1Y-0M-0SJ-1SCM
MJI//GLEN//TRT/3/DUCULA/4/TNMU	CMBW91M03531T-0TOPY-5M-010Y-015M-010Y-5Y-0M-
PASA/MILAN/MILAN	CMBW91M03548T-0TOPY-18M-010Y-015M-010Y-2Y-0M-
PASA*2//ALD/COC	CMBW91M03551F-0TOPY-12M-010Y-015M-010Y-2Y-0M-
PSN/BOW//4/MAYA/NAC/3/RPB14.68/PVN//PHO/5/MUNIA	CMBW91M03563T-0TOPY-13M-010Y-015M-010Y-1Y-0M-1SCM
TNMU/MILAN//ATTILA	CMBW91M03575T-0TOPY-29M-010Y-015M-010Y-4Y-0M-
CLC89/MILAN//MLAN	CMBW91M03590T-0TOPY-14M-010Y-015M-010Y-6Y-0M-
TODY/MILAN//BAU	CMSS92Y01938T-28Y-015M-010Y-010Y-3M-0Y-1SCM
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW/5/TNMU/6/BAU	CMSS92Y01980T-12Y-015M-010Y-010Y-9M-0Y-1SCM
BR14/CEP847	B31615-0Z-0Z-1A-4A-3M-010Y-0M-4PZ-0Y-0SJ-1SCM
CATBIRD	CM91045-502M-0M-1PZ-0Y-1PZ-0Y-2SCM
CHIL/CHUM18	CM92687-7PS-0Y-030M-7Y-1Y-0Y-2M-010Y-0FUS-1FUS-2SJ-0Y-1SCM
PF72640/PF7326//PF7065/ALD/3/KLT/4/DUCULA	CMBW89M3975-4M-0AL-1AL-2B-0Y-3PZ-0Y-1SCM
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	CM79515-044Y-1M-02Y-07M-3Y-3B-0Y-0PZ-2PZ-0Y-5PZ-010Y-0M-3M-0Y-6SCM
DESC//VEE/PJN/3/YANG85-85	CMSS92Y02313T-11Y-015M-015Y-010M-7Y-0M-1SCM
SHA4/CHIL//CHIR1/3/ZHE JIANG 4	CMSS92M03602T-015M-0Y-050M-0Y-13M-0Y-1SCM
GUAM92//PSN/BOW	CMSS92M01860S-015M-0Y-050M-0Y-7M-0Y-2SCM
GUAM92//PSN/BOW	CMSS92M01860S-015M-0Y-050M-0Y-11M-0Y-1SCM
WUH1//VEE#5//MUNIA	CMSS92M01862S-015M-0Y-050M-0Y-15M-0Y-1SCM
WUH1//VEE#5//CBRD	CMSS92M01863S-015M-0Y-050M-0Y-1M-0Y-3SCM
SHAN 32109/PASA	CMSS92M01945S-015M-0Y-050M-0Y-11M-0Y-2SCM
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	CMBW90M2468-12M-010M-010Y-015M-9Y-0M-1SCM
R37//GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*YMI #6/5/CBRD	CMBW91Y01575S-4Y-010M-010Y-015M-2Y-0M-1SCM
CHUM18*3/6/WRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/AUS-6869/5/PELOTAS-ARTHUR	CMBW89M7419-0TOPY-030M-5Y-010M-2Y-0M-2KBY-0M-1SCM
OCEP17//BOW/NKT	CMBW90M1670-29M-7AL-0AL-07Y-5M-0Y-1SCM
OCEP17//VEE#5/SARA	CMBW90M1671-28M-7AL-0AL-07Y-3M-0Y-1SCM
ALUCAN//KEA/GHK	CMBW89M3765-5M-0AL-2AL-4B-0Y-2SCM
MILAN/SHA7	CM97550-0M-2Y-030H-3Y-3Y-0Y-3M-010Y-0FUS-1FUS-
NG8319//SHA4/LIRA	CMBW90M2302-6M-010M-010Y-015M-6Y-0M-1SCM
R37//GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*YMI #6/5/CBRD	CMBW91Y01575S-4Y-010M-010Y-015M-1Y-0M-1SCM
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	CMBW90M2468-9M-010M-010Y-015M-9Y-0M-1SCM
SW89-5124*2/FASAN	CMBW91Y03050F-030TOPM-2Y-010M-010Y-010M-9Y-0M-
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	CMBW90M2468-12M-010M-010Y-015M-10Y-0M-3SCM
SELBOL S-68 Y95-96	-0BOL-1SCM
SODAT/SUM3//NG8201/NING8647	-6SCM
SHA3/CBRD	CMSS92Y00595S-1SCM-0CHN-015Y-3SCM
SHA5/WEAVER	CM95103-25Y-0M-0Y-2M-0RES-5PZ-0Y-10PZ-0Y-2SCM
GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	CM79515-044Y-1M-02Y-07M-3Y-3B-0Y-0PZ-2PZ-0Y-5PZ-010Y-0M-5SJ-0Y-2SCM-0Y-2SCM
FRONTANA (Testigo resistente)	-0BRA
FLYCATCHER (Testigo susceptible)	CM43598-II-8Y-1M-1Y-3M-3Y-0B-7M-0Y

Es interesante observar que durante el período del proyecto una inmensa cantidad de información fue generada por los participantes y agrega una gran base de datos a la región sobre resistencia de germoplasma regional a la FET. Este material fue evaluado bajo condiciones diversas de temperatura y humedad durante los años 2001 y 2002, considerados como muy severos para el desarrollo de la enfermedad en la región. En muchos casos, estas condiciones permitieron la selección de germoplasma con un nivel de resistencia mucho más alta que la de los trigos usados como progenitores anteriormente. En otras palabras, durante el período del proyecto los programas de mejoramiento no solo dedicaron su esfuerzo a seleccionar el germoplasma para la

resistencia sino también hicieron trabajos específicos para combinar el germoplasma regional con fuentes de resistencia de origen chino y otras.

En ese sentido, las líneas avanzadas seleccionadas por diferentes países y presentadas en los cuadros anteriores representan una base amplia de resistencia cuya estabilidad a través de años y localidades necesita ser comprobada en futuras investigaciones. Asimismo, el germoplasma seleccionado representa una colección importante de fuentes y diversidad de resistencia que permitirían ser recombinadas para lograr un más alto nivel de resistencia.

Conclusiones

Del análisis de la información recabada por el proyecto se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1. Algunas de las variedades comerciales empleadas en la actualidad y un número considerable de otras antiguas que ya no se siembran, poseen un moderado a alto nivel de resistencia a la FET bajo las condiciones altamente conducivas. A su vez, este germoplasma representa variabilidad genética que hasta el presente no había sido explotada conforme a su potencial por los programas de mejoramiento de la región.
2. Las líneas avanzadas de esos programas no sólo contribuirán a reducir el impacto de la enfermedad en campos de productor sino que también constituyen una importante fuente de resistencia comprobada y asociada a características de adaptación y alto rendimiento.
3. La presencia de un amplio número de líneas avanzadas con altos niveles de resistencia a la FET sugiere que las variedades que podrían liberarse en el mediano plazo tendrán un nivel importante de protección genética frente a las especies de *Fusarium* causantes de la enfermedad, mayor que el de las actuales y sobre fondos genéticos más variados.
4. Las principales fuentes de resistencia en esas líneas avanzadas son, entre las principales, Tezanos Pinto Precoz, Klein Atlas, Frontana, Trigal 706, Estanzuela Young, e Itapúa 25 de origen sudamericano. Entre las fuentes de origen chino se destacan Shanghai 3, 4 y 5, Chuan Mai 18, Sumai 3, Suzhoe1 y Ning 8331 y 8343. Todas estas fuentes son usadas actualmente por los programas de mejoramiento.
5. En cuanto a los progenitores que combinan un moderado a alto nivel de resistencia a la FET con alto potencial de rendimiento, se puede destacar a Catbird, Bau/Milan, Sha5/Weaver, Sha3/Crbd, Gov/Az//Mus/3/Dodo/4/Bow de origen CIMMYT. A su vez, variedades actuales como Prointa Granar, Klein Cacique, Klein Escorpion, Buck Charrúa, INIA Torcaza, INIA Gorrión, Itapúa 40 y Itapúa 45 con nivel moderado de resistencia pueden servir como excelente base para agregar nuevas fuentes identificadas en este proyecto.

EVALUACIÓN DE PROGENITORES ANCESTRALES Y CRUZAS AMPLIAS

El objetivo fue el reconocimiento de las antiguas fuentes de resistencia de la región y disponer de otras para ampliar la base genética de la resistencia a fusariosis de la espiga.

Debido al hecho que la Universidad de South Dakota, Estados Unidos, inició el estudio de trigos ancestrales coincidiendo con el inicio del presente proyecto y en el marco del US Scab Initiative del que CIMMYT participa, se considera oportuno no replicar esfuerzos en este tema y concentrar la actividad en cruzas amplias.

Con el solo fin de complementar la información generada en el marco del proyecto, se transcriben resultados del screening de germoplasma de tipo ancestral de la región del Cono Sur con alta resistencia a la FET que fuera detectada bajo condiciones de inoculación artificial a campo y a través de la evaluación de la colonización de la espiga (resistencia tipo II), grano dañado y concentración de toxina (DON) en grano (resistencia tipo III). (**Cuadros 1 y 2**)

Cuadro 1. Trigos ancestrales del Cono Sur con baja infección a campo e invernadero, 2001

Id	Origen	Indice Fus	Fus tipo II	DON
		(%)	(%)	(ppm)
PI225396	Uruguay	19.0	17.0	13.3
PI225516	Uruguay	18.8	32.6	5.9
PI225467	Uruguay	15.4	17.2	5.8
PI225382	Uruguay	16.4	18.6	8.4
ND 2710	NDakota	14.2	15.0	11.1
Wheaton	Minnesota	85.0	95.0	36.7

Fuente: X.Zhang y Y. Jin (2002)

Cuadro 2. Fuentes de resistencia a fusariosis en variedades antiguas, 2000-02

Id	Varietal	Indice fus (%)	Grano dañado(%)
Cltr 12002	Renacimiento	23.0	39.2
PI 345731	Tezanos PP	23.2	21.5
PI 345731	274-1-118	24.5	37.7
PI 434987	E. Young	25.6	36.8
Cltr 12021	Centenario	32.6	33.3
PI 382144	Encruzilhada	34.2	39.2
Cltr 13136	Rio Negro	36.8	36.8
	Sumai 3 (R)	15.9	26.7
	Wheaton (S)	86.6	88.5

Fuente: X.Zhang y Y. Jin (2002)

Con la finalidad de incrementar la variabilidad genética de la resistencia se utilizaron trigos sintéticos y cruzas amplias.

El trigo sintético es el producto entre el cruzamiento de *Triticum turgidum* x *T. tauschii* y el híbrido se duplicó con colchicina para obtener un trigo hexaploide, siendo evaluado para la resistencia a *Fusarium* de tipo I y II.

En la resistencia tipo I la evaluación se realizó a campo con un rociamiento a razón de 50.000 esporas/ml. en cada parcela. En la de tipo II, se utilizó algodón embebido en inóculo en cinco espigas/línea.

Se obtuvieron 800 trigos sintéticos creados de 51 variedades de trigos duros (*T. turgidum*) y 438 accesiones de *Ae. tauschii*.

Los trigos sintéticos que se destacaron en las evaluaciones en México en 1999-2000 y en La Estanzuela en el año 2001 y 2002, se indican en los **Cuadros 3, 4 y 5**. Se observa que la mayoría de los materiales sintéticos presenta un porcentaje de infección (tipo II) similar o inferior al testigo resistente Sumai3 tanto en México como en La Estanzuela, Uruguay.

Cuadro 3. Porcentaje de infección (tipo II) en trigos sintéticos, México

Cruza	1999	2000
Gan/ <i>T. tauschii</i> 180	10,7	10,9
Cetal/ <i>T. tauschii</i> 895	10,8	13,2
68.111/Rgb-U/Ward/3/Fgo/4/Rabi/5/ <i>T. tauschii</i> 882	11,1	13,6
Doy1/ <i>T. tauschii</i> 333	11,1	13,9
Yuk/ <i>T. tauschii</i> 217	11,4	11,8
68.111/Rgb-U/Ward/3/Fgo/4/Rabi/5/ <i>T. tauschii</i> 890	11,4	14,1
Lck59.61/ <i>T. tauschii</i> 313	11,5	12,2
Mayoor/TK SN108/ <i>T. tauschii</i> 222	11,7	5,7
68.111/Rgb-U/Ward/3/Fgo/4/Rabi/5/ <i>T. tauschii</i> 629	11,9	10
Scoop/ <i>T. tauschii</i> 358	12	13,9
68.111/Rgb-U/Ward/3/Fgo/4/Rabi/5/ <i>T. tauschii</i> 878	12,4	13,1
Soral/ <i>T. tauschii</i> 884	12,9	13,5
Trn/ <i>T. tauschii</i> 700	13,4	13,7
Dverd2/ <i>T. tauschii</i> 1027	14,6	11,7
Flycatcher (Susceptible)		33,8
Sumai 3 (Resistente)		12

Cuadro 4. Evaluación de trigos sintéticos para fusariosis de la espiga a campo, La Estanzuela, 2001

Cruza	Historia de sel	Fus*	RH**	St***
68.111/RGB-U//WARD RESEL/3/STIL/4/AE.SQUARROSA (783)	CIGM89.538-0Y-5M-0Y	11	40S	21
SNIPE/YAV79//DACK/TEAL/3/AE.SQUARROSA (633)	CIGM90.872-4M-0Y	11	20MS	32
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (219)//2*SERI	CMSS92Y01855M-15Y-1M-1Y-0B-0Y	12	TR	75
CROC_1/AE.SQUARROSA (662)	CIGM89.510-0Y	12	10MSS	53
BCN//CROC1/AE.SQ.(224)	CASS94Y000575-4Y-2B-2PR-0B-2PR-0B	12	40MSS	87
BCN//CETA/AE.SQ.(34D)	CASS94Y00141s-6Y-4B-1PR-0B-2PR-0B	12	30S	87
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (219)//2*SERI	CMSS92Y01855M-26Y-1M-1Y-0B-0Y-3Y-0B	15	10MS	74
FGO/USA2111//AE.SQUARROSA (658)	CIGM89.506-0Y	15	TR	54
OPATA//SORA/AE.SQUARROSA (323)	CASS94Y00235S-3Y-4B-5PR-0B-1PR-0B	15	TR	42
SABUF/7/ALTAR 84/AE.SQ (224)//YACO/6/CROC_1 /AE.SQ (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/CI14123/3//IAS55*4/EG.AU S//IAS55*4/ALD	CASS94Y00045S-18PR-1B-0M-1B-0PR	23	TR	85
SABUF/7/ALTAR 84/AE.SQ (224)//YACO/6/CROC_1 /AE.SQ (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/CI14123/3//IAS55*4/EG.AU S//IAS55*4/ALD	CASS94Y00045S-18PR-1B-0B-2B-0PR	23	TR	85
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/5/CS/LE.RA//CS/3/ 3*PVN/4/TIA.3	CIGM93.583-5Y-1B-0PR-2B-3DH-0PR-0DH	23	20S	54
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (221)//SIREN	CIGM90.468-8Y-4B-0PR-1B-0PR-0B-1B-0M	24	30MS	64
SABUF/7/ALTAR 84/AE.SQ (224)//YACO/6/CROC_1 /AE.SQ (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/CI14123/3//IAS55*4/EG.AU S//IAS55*4/ALD/8/MAÍZ	CASS97B00024S-1DH-0DH	24	10MS	85
SABUF/7/ALTAR 84/AE.SQ (224)//YACO/6/CROC_1 /AE.SQ (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/CI14123/3//IAS55*4/EG.AU S//IAS55*4/ALD/8/MAÍZ	CASS97B00027S-5DH-0DH	24	TR	75
ALTAR 84/AE.SQ.(224)//2*YACO	CIGM90.1291-1B-2Y-1B-0PR-0B-3B-0PR	24	10MS	85

*Escala FUS 0.0/5.5

**RH = Roya de la hoja en escala Cobb modificado

***St = Septoriosis de la hoja en escala Doble Dígito 00/99

Cuadro 5. Resistencia tipo II a fusariosis en trigos sintéticos, LE, 2002

Cruza	Historia de selección	Fus
D67.2/P66.270//AE.SUARROSA (1015)	CASW96Y00573S	11
SCOOP_1/AE.SUARROSA (358)	CIGM90.820-0M	12
CROC_1/AE.SUARROSA (210)	CIGM87.2754-1B-0PR-0B	12
D67.2/P66.270//AE.SUARROSA (308)	CIGM90.809	12
SKARV_2/AE.SUARROSA (304)	CIGM93.377	12
CPI/GEDIZ/3/GOO//JO/CRA/4/AE.SUARROSA (1018)	CASW94Y00130S	12
CETA/AE.SUARROSA (417)	CASW98B00044S	12
ALTAR 84/AE.SUARROSA (219)	CIGM86.940-1B-0B-0PR-0B	13
GAN/AE.SUARROSA (897)	CIGM90.911	13
CETA/AE.SUARROSA (386)	CASW94Y00092S	13
CETA/AE.SUARROSA (1046)	CASW94Y00155S	13
CETA/AE.SUARROSA (1025)	CIGM93.299	14
ARLIN_1/AE.SUARROSA (335)	CASW98B00031S	14
CROC_1/AE.SUARROSA (662)	CIGM89.510-0Y	15
TK SN1081/AE.SUARROSA (222)	CIGM88.1217-0B	15
ALTAR84/AE.TAUSCHII (224)//2*YACO	CIGM91.191-5B-3Y-0B-0Y-1M-2M-0Y-1Y-	23
68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SUARROSA (629)	CIGM90.590	23
FGO/USA2111//AE.SUARROSA (658)	CIGM89.506-0Y	23
SCA/AE.SUARROSA (409)	CIGM93.237	23
CPI/GEDIZ/3/GOO//JO69/CRA/4/AE.SUARROSA (409)	CIGM93.388	23
ALTAR 84/AE.SUARROSA (502)	CIGM93.395	23
CPI/GEDIZ/3/GOO//JO69/CRA/4/AE.SUARROSA (409)	CIGM93.388-0M	23
CROC_1/AE.SUARROSA (662)	CIGM89.510-0Y-0M	23
AE.SUARROSA (1026)/DOY1	CAWS94Y00014S-0M	23
DVERD_2/AE.SUARROSA (214)	CIGM86.951-1B-0B-0PR-0B	23
GAN/AE.SUARROSA (206)	CASW98B00011S	23

Con respecto a las líneas derivadas de los trigos sintéticos de mejor tipo agronómico se identificaron materiales con mayor resistencia a Fusariosis de la espiga en ensayos conducidos en La Estanzuela durante los años 2001 y 2002 (**Cuadros 6 y 7**).

Cuadro 6. Resistencia tipo II a fusariosis en trigos sintéticos, LE, 2002

Cruza	Historia de selección	Fus *
D67.2/P66.270//AE.SUARROSA (1015)	CASW96Y00573S	11
SCOOP_1/AE.SUARROSA (358)	CIGM90.820-0M	12
CROC_1/AE.SUARROSA (210)	CIGM87.2754-1B-0PR-0B	12
D67.2/P66.270//AE.SUARROSA (308)	CIGM90.809	12
SKARV_2/AE.SUARROSA (304)	CIGM93.377	12
CPI/GEDIZ/3/GOO//JO/CRA/4/AE.SUARROSA (1018)	CASW94Y00130S	12
CETA/AE.SUARROSA (417)	CASW98B00044S	12
ALTAR 84/AE.SUARROSA (219)	CIGM86.940-1B-0B-0PR-0B	13
GAN/AE.SUARROSA (897)	CIGM90.911	13
CETA/AE.SUARROSA (386)	CASW94Y00092S	13
CETA/AE.SUARROSA (1046)	CASW94Y00155S	13
CETA/AE.SUARROSA (1025)	CIGM93.299	14
ARLIN_1/AE.SUARROSA (335)	CASW98B00031S	14
CROC_1/AE.SUARROSA (662)	CIGM89.510-0Y	15
TK SN1081/AE.SUARROSA (222)	CIGM88.1217-0B	15
ALTAR84/AE.TAUSCHII (224)//2*YACO	CIGM91.191-5B-3Y-0B-0Y-1M-2M-0Y-1Y-0M	23
68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SUARROSA	CIGM90.590	23
FGO/USA2111//AE.SUARROSA (658)	CIGM89.506-0Y	23
SCA/AE.SUARROSA (409)	CIGM93.237	23
CPI/GEDIZ/3/GOO//JO69/CRA/4/AE.SUARROSA (409)	CIGM93.388	23
ALTAR 84/AE.SUARROSA (502)	CIGM93.395	23
CPI/GEDIZ/3/GOO//JO69/CRA/4/AE.SUARROSA (409)	CIGM93.388-0M	23
CROC_1/AE.SUARROSA (662)	CIGM89.510-0Y-0M	23
AE.SUARROSA (1026)/DOY1	CAWS94Y00014S-0M	23
DVERD_2/AE.SUARROSA (214)	CIGM86.951-1B-0B-0PR-0B	23
GAN/AE.SUARROSA (206)	CASW98B00011S	23

* Escala FUS 0.0/5.5

Cuadro 7. Resistencia tipo II en líneas derivadas de los trigos sintéticos, LE, 2000-01

CRUZA	HISTORIA DE SELECCIÓN	FUS 00*	FUS 01*	OBS 00
RABI//GS/CRA/3/AE.SQUARROSA (190)	CIGM88.1178-0B-4M-0Y		14	
SABUF7//ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/6/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/C114123/3//IAS55*4/EG,AUS//IAS55*4/ALD/8/MAIZ	CASS97B00027S-5DH-0DH	24	22	*
ALTAR84/AE.SQUARROSA(224)//YACO/6/CROC1/AE.SQUARROSA(205)/5/BR12*3/4/...	CIGM93.581-1Y-1B-0PR		22	
BCN//SORA/AE.SQUARROSA (323)	CASS94Y00121S-1Y-2B-5PR-0B-2PR-0B	23	23	*
CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA	CIGM90.393-3Y-5B-2Y-0B	25	23	**
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (219)//2*SERI	CMSS92Y01855M-26Y-1M-1Y-0B-0Y-3Y-0B	25	23	**
SABUF7//ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/6/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/C114123/3//IAS55*4/EG,AUS//IAS55*4/ALD	CASS94Y00045S-18PR-1B-0M-1B-0PR	23	23	***
SABUF7//ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/6/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/C114123/3//IAS55*4/EG,AUS//IAS55*4/ALD	CASS94Y00045S-18PR-1B-0B-2B-0PR	25	23	***
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/3/ALTAR 84/AE.SQUARROSA (191)//OPATA	CIGM93.580-5Y-2B-0PR-2B-0PR	45	23	*
BCN//SORA/AE.SQUARROSA (323)/3/MAIZ	CASS97B00007S-3DH-0DH	32	23	*
SABUF/3/BCN//CETA/AE.SQUARROSA(895)	CASS94Y00043S-5PR-2B		23	*
FILIN//DVERD 2/AE.SQ.(247)	CASS94Y00069S-6Y-2M-0B		23	
OPATA//SORA/AE.SQ.(323)	CASS94Y00235S-1Y-2B-2PR-0B-2PR-0B		23	
SABUF7//ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/6/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/C114123/3//IAS55*4/EG,AUS//IAS55*4/ALD/8/MAIZ	CASS97B00024S-5DH-0DH	33	24	***
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (224)//YACO/5/CS/LE.RA//CS/3/3*PVN/4/TIA.3	CIGM93.583-5Y-1B-0PR-2B-3DH-0PR-0DH	35	24	**
SABUF7//ALTAR84/AE.SQ.(224)//YACO/6/CROC1/AE.SQ.(205)/5/..	CASS94Y00045S-18PR-1B-0M		33	*
BCN/3/FGO/USA2111//AE.SQUARROSA (658)	CASS94Y00146S-2Y-1M-0B-1Y-0B	33	34	*
ALTAR 84/AE.SQUARROSA (221)//SIREN	CIGM90.468-8Y-4B-0PR-1B-0PR-0B-1B-0M	24	34	*
FILIN//DVERD_2/AE.SQUARROSA (247)	CASS94Y00069S-4Y-2B-0B-1B-0PR	24	34	
ALTAR 84/AE.SQ.(224)//2*YACO	CIGM90.1291-1B-2Y-1B-0PR-0B-3B-0PR		34	
I. Boyero (Testigo susceptible)		55	45	
Catbird 1073 (Trigo resistente)		21	11	

* Escala FUS 0.0/5.5

Para ampliar la base genética de la resistencia se obtuvieron en CIMMYT nuevas combinaciones de hexaploides de genoma A derivados de trigo duro (*T. turgidum*) y trigo diploide (*T. monococcum*) resultando en combinaciones 2n=6x=42 AAAABB.

Conclusiones

De la evaluación de progenitores ancestrales y cruza amplias podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Los trigos ancestrales regionales tienen potencial como fuente de resistencia.
2. *T. tauschii* es una fuente importante de diversidad.
3. La resistencia a *Fusarium* se encuentra ubicada en diferentes accesiones.
4. En los trigos derivados de sintéticos se ha encontrado resistencia de tipo I a III.
5. La diversidad terciaria en *Thinopyrum* y *Leymus* está siendo explorada.

HIBRIDACIÓN Y SELECCIÓN DE GERMOPLASMA CON PRUEBAS MULTI-LOCALES

Con el objetivo de combinar los altos niveles de resistencia a la FET presentes en las fuentes identificadas con germoplasma de amplia adaptación y alto potencial de rendimiento se diseñaron y realizaron cruzas en los programas de mejoramiento de INTA (Argentina), INIA-CIMMYT (Uruguay) y CIMMYT, México. Por otra parte, un vivero cooperativo de trigo en el Cono Sur fue utilizado para la observación y posterior análisis multi-local (29 localidades de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) del comportamiento de líneas avanzadas de esos programas frente a la población patógena de *Fusarium* prevalente.

1. Cruzas

Las cruzas entre los progenitores seleccionados fueron realizadas por el método convencional de hibridación en condiciones de invernadero, telado y campo.

Los cruzamientos específicos con germoplasma regional realizados en Marcos Juárez, Argentina y en La Estanzuela, Uruguay durante los años 2000 y 2001, se orientaron combinando progenitores de elevado potencial de rendimiento, buena adaptación y calidad, con resistencia a fusariosis de la espiga. Las filiales siguientes F1 y F2 de las cruzas hechas en Argentina se sembraron nuevamente en Marcos Juárez. Las condiciones ambientales en primavera en los años 2001 y 2002 de elevada humedad en floración permitieron realizar una eficiente selección para fusariosis de la espiga.

Las filiales F1 de las cruzas realizadas en La Estanzuela, Uruguay, fueron sembradas en enero del 2001 y 2002 en Baton Rouge, EEUU, para ganancia de una generación anual con la colaboración de Dr. Stephen Harrison de la Universidad de Louisiana. Las F2 cosechas en EEUU en el mes de Mayo/Junio fueron sembradas en La Estanzuela en los mismos años. Las condiciones de elevada humedad especialmente en espigazón y madurez durante estos años, permitieron seleccionar los genotipos segregantes de mejor comportamiento a la fusariosis de la espiga.

El inventario de cruzas hechas por diferentes componentes del proyecto es resumido en los **Cuadros 1, 2 y 3**. Cabe señalar que las cruzas mencionadas fueron orientadas para combinar genes de resistencia a la FET a partir de materiales de origen chino y sudamericano en fondos genéticos adaptados de Argentina y Uruguay. Considerando la mayor diversidad usada en la creación de estas cruzas, se espera que las líneas avanzadas resultantes tengan no solo mejor adaptación local sino también un mayor nivel de resistencia a la FET combinado con buena calidad industrial.

Cuadro 1. Cruzas realizadas para incorporar resistencia a la FET en INTA, Argentina, Años 2000 y 2001

PROINTA GRANAR X CATBIRD	KLEIN CACIQUE X CATBIRD	KLEIN ESCORPION X CATBIRD
P GRANAR X P GAUCHO	P GRANAR X KL SAGITARIO	B CHARRUA X B PONCHO
KL SAGITARIO X P GAUCHO	KL ESCORPION X P GRANAR	KL ESCORPION X B GUAPO
LA PAZ INTA (B PONGO X P OASIS)	P GRANAR (B PONCHO X P OASIS)	CATBIRD/PIGRANAR
KL SAGITARIO X (B PONCHO X P OASIS)	P GRANAR/KI CACIQUE	BGUAPO/RTIJERETA
BGUAPO/BPONCHO	BRS177/PIGRANAR	BRS179/PIGRANAR

**Cuadro 2. Cruzas realizadas para incorporar resistencia a la FET en INIA/CIMMYT,
Uruguay, Año 2000**

B. CANDIL/I.Gorrión
B. Panadero/Catbird
B. Panadero/CATBIRD
B. Panadero/I.Gorrión
B. Panadero/LE 2271
BEARFORT/CATBIRD
BEARFORT/TINAMOU
ERYTHROSPERMUM484-89/I.Gorrión
ERYTHROSPERMUM484-89/LE 2271
GENESIS/CATBIRD
GENESIS/TINAMOU
HAWK/81PY19641//MESA MOTHER LINE/3/KS82W/4/I.Gorrión
HAWK/81PY19641//MESA MOTHER LINE/3/KS82W/4/I.Gorrión
HAWK/81PY19641//MESA MOTHER LINE/3/KS82W/4/LE 2271
HAWK/81PY19641//MESA MOTHER LINE/3/KS82W/4/LE 2271
HBC059E/X84W063-9-39-2//KS369-7/3/I.Gorrión
HBC059E/X84W063-9-39-2//KS369-7/3/LE 2271
HBFO290/X84W063-9-39-2//ARH/3/I.Gorrión
HBFO290/X84W063-9-39-2//ARH/3/LE 2271
PORADA/I.Gorrión
PORADA/LE 2271
QU19-77/MILAN//I.Gorrión
QU19-77/MILAN//LE 2271
YANGMAI 10/I.Buho
YANGMAI 10/I.Gorrión
YANGMAI 10/I.Tijereta
YANGMAI 10/LE 2255
YANGMAI 10/LE 2271
YANGMAI 158/B. Panadero
YANGMAI 158/I.Gorrión
YANGMAI 158/I.Tijereta
YANGMAI 158/LE 2255
YANGMAI 158/LE 2271
YANGMAI 158/LE 2275
YANGMAI 9/B. Panadero
YANGMAI 9/I.Buho
YANGMAI 9/I.Gorrión
YANGMAI 9/I.Tijereta
YANGMAI 9/LE 2255
YANGMAI 9/LE 2271

Cuadro 3. Cruzas realizadas para incorporar resistencia a la FET en INIA/CIMMYT, Uruguay, Año 2001

K. Cacique/I. Tijereta
K. Cacique/I. Gorrión
K. Cacique/I. Torcaza
K. Cacique/LE 2301
K. Cacique/LE 2302
K. Cacique/3/HBC059E/X84W063-9-39-2//KS369-7
K. Cacique/ORMIL
K. Cacique/3/KS84W063-9-9-18//X85110-2-5/K92
K. Cacique//GA83128C3/821264-2-2
K. Cacique/B. Arriero
K. Cacique/B. Farol
LE2221//Ringo Sztár-MM/NB/3/I. Gorrión
LE2221//Ringo Sztár-MM/NB/3/I. Torcaza
LE2221//Ringo Sztár-MM/NB/3/LE 2302
RECURRENT SELECTION 1/I. Gorrión
RECURRENT SELECTION 1/I. Torcaza
RECURRENT SELECTION 1/LE 2301
RECURRENT SELECTION 1/LE 2302
L.E.2215//U1275-1-4-2/WGRC16/3/I. Tijereta
L.E.2215//U1275-1-4-2/WGRC16/3/I. Gorrión
L.E.2215//U1275-1-4-2/WGRC16/3/I. Torcaza
L.E.2215//U1275-1-4-2/WGRC16/3/LE 2301
L.E.2215//U1275-1-4-2/WGRC16/3/LE 2302
STAR/BWD//YANGMAI 10
MV 219-96/YANGMAI 10
BATERA//U1275-1-4-2/WGRC16/3/YANGMAI 10
HBC059E/X84W063-9-39-2//KS369-7/3/YANGMAI 10
ALSEN/I. Tijereta
ALSEN/I. Torcaza
ALSEN/LE 2302
B. PONCHO/Catbird
K. Escorpión/I. Tijereta
K. Escorpión/I. Gorrión
K. Escorpión/LE 2302
K. Escorpión/B. Arriero
K. Escorpión/B. Farol
K. Escorpión/B. Panadero
Catbird/LE 2301

2. Pruebas multi-locales

La evaluación de variedades y líneas avanzadas de los programas de mejoramiento de la región fue realizada en varios ambientes del Cono Sur utilizando la estructura del Vivero de Líneas Avanzadas del Cono Sur (LACOS) organizado por el Programa de Trigo de INIA-CIMMYT de Uruguay. La colección anual de más de 300 líneas avanzadas representando una

diversidad excelente de germoplasma producido por la región, involucra variedades de trigo semi-enano (< de 100 cm de altura) y precoz (86 a 113 días a espigazón), en la mayoría de los casos.

El LACOS es evaluado no sólo en Argentina, Paraguay y Uruguay, sino también en localidades de Brasil, Chile, México y otras, claves para generación de datos importantes. Las evaluaciones involucran lecturas de enfermedades foliares, fusariosis de la espiga, altura de planta, ciclo (espigazón y madurez) y expresión de calidad.

Las condiciones ambientales durante el año 2000 se caracterizaron por precipitaciones normales, aunque irregulares para las localidades del sur, y sequía en el norte, alcanzando a localidades de Chile. Así, el desarrollo de la FET fue severo en las localidades del sur con fuerte influencia del ciclo a espigazón sobre la expresión de la enfermedad (ciclos precoces más afectados que los ciclos tardíos). En el año 2002 las precipitaciones fueron superiores a las normales en casi toda la región lo que promovió un desarrollo epidémico muy severo de la FET en la mayoría de las localidades del LACOS. Esto posibilitó la detección de un grupo importante de líneas avanzadas de trigo con bajos niveles de coeficiente de infección en forma consistente. Estos materiales incluyen fuentes de resistencia sudamericanas (Argentina, Brasil y Uruguay), de CIMMYT (México, trigos convencionales y sintéticos) y de China.

Las lecturas de FET son registradas en base a escalas de doble dígito 00/99 o 00/55 y luego son transformadas a coeficientes de infección para su análisis global. En los **Cuadros 4 y 5** se describen las líneas seleccionadas con menores niveles de infección y sus países de origen, durante los años 2000 y 2001.

Las cruzas realizadas, diseñadas para combinar alto nivel de resistencia a la FET en germoplasma adaptado de alto potencial de rendimiento, conforman un producto del proyecto con altas probabilidades de constituirse en variedades más seguras frente al constante riesgo que implica la enfermedad en la región. Por su parte, las líneas y variedades detectadas y caracterizadas a través de las pruebas multi-locales han pasado a constituir un fondo genético con más amplia y efectiva resistencia a la FET. Este conglomerado de germoplasma servirá para retroalimentar a los programas de mejoramiento con progenitores donantes de particulares caracteres de resistencia para los tipos I, II y III, con el fin de piramidizarlos en fondos genéticos de alto rendimiento y calidad.

Cuadro 4. Líneas avanzadas y variedades con bajos coeficientes de infección de FET en pruebas multi-locales del LACOS. Año 2000

Cruza	País	Coef. Inf.
CNDO/R143//ENTE/MEXI/3/....	Paraguay	25.1
PF87899/EMB16	Brasil	19.9
IPT35/3/CAR853/COC//VEE"S"	Paraguay	21.6
MILAN/SHA7	Paraguay	27.1
CEP7779/CEP8058//BR14/3/ANA	Bolivia	20.9
PSUP/BURI	Uruguay	28.1
SHA3/SERI//SHA4/LIRA	Bolivia	24.4
TINAMOU	Uruguay	21.9
PRINIA	Bolivia	19.6
CEP8953/IA8443//PF88513	Brasil	17.0
EMB27*2/KLEIN H3450 C3131	Brasil	21.7
MILAN/SHA7	Uruguay	20.5
CEP8882//BOW"S"/PVN	Paraguay	22.0
ABT/FDRE	Argentina	21.2
BAU"S"/CEP83128//EMB27	Brasil	16.6
GAURAPUAVA//VEE"S"/CNT8	Brasil	20.2
CHUM18//JUP/BJY	Bolivia	18.9
EMB40/EMB27	Brasil	19.1
EMBRAPA 120	Brasil	19.2
PF87107/2*IAC13	Brasil	15.2
EMB27/CEP8993//LI109	Brasil	21.7
EMB27/PF859114	Brasil	21.9
CATBIRD	Paraguay	20.5
MILAN/CEP8953//PF869120	Brasil	22.8
CATBIRD	Paraguay	23.0
CHIL"S"/URES81	Bolivia	19.2
CATBIRD	Bolivia	24.4
CEP27"S"/CRDN//EMB27	Brasil	16.8
CALT/NKL	Argentina	20.1
PF85373/KAUZ	Brasil	22.8
PF772003*2/PF813/4/ENC/PF79768//PF80284/3/...	Brasil	18.1
PF87107/CEP8853	Brasil	14.9
PF869024/PF88515//CEP24	Brasil	9.2
CEP8880/3/BOW"S"//BUC"S"/BUL/4/EMB27	Brasil	14.3
PGO//CHEN/AE.SQA 224/3/WEAVER	Argentina	15.3
MAYA/BJY//BOW/3/LPI/ALAMO	Argentina	10.0
GEN*3/WHEATON//BAU'S'	Argentina	11.0
CKR/TTM	Argentina	13.2
ALAMO/PLATANO//VEE'S'/SNB'S'	Argentina	15.7

Cuadro 5. Líneas avanzadas y variedades con bajos coeficientes de infección de FET en pruebas multi-locales del LACOS. Año 2001

CRUZA	PAIS	Coef. Inf.
EHAL//CHUANMAI18/BAU	URU	40
LE2118/SNB	ARG	45
CEP 24-INDUSTRIAL	BRS	16
MJI//PAK/CHAP70/3/DEI	BOL	34
KAUZ"S"/4/GOV/AZ//MUS"S"/3/KEA"S"	CHL	37
PRL`S`/VEE#6//BOW`S`/BOW`S`	PAR	37
SHA3/SERI//2*PSN/BOW	PAR	39
CEP 24	BRS	19
BR 32/PF 869120	BRS	25
CEP 14-TAPES	BRS	28
PROINTA GRANAR	ARG	30
PF 87163/CEP85138/4/MAYA/SPRW//VEE/3/PF70354/BOW	BRS	32
LONGMAI-10	BOL	32
TINAMOU	PAR	35
EHAL//CHUANMAI18/BAU	URU	36
BR 23/PAT 7392	BRS	36
NING8745/3/2*CHUM18//JUP/BJY	PAR	37
BR 23	BRS	37
EPEL90//CHUANMAI18/BAU	URU	16
EMB 27/KLEIN ORION	BRS	19
CEP8743/3/JUN"S"/BOW"S"/VEE 5/BUC"S"/4/PF 87408	BRS	19
PAT10/ALD`S`//VEE5/3/BOW`S`/BOW`S`	PAR	19
CEP 27-MISSOES	BRS	19
INIA CHURRINCHE	URU	19
CEP 27/PF 85229//BR 35/MILAN	BRS	20
CATBIRD	PAR	23
LI107/ZG6483/85	URU	23
CEP 24/PF 87107//PVN/ANI"S"	BRS	24
KL.DON ENRIQUE	ARG	26
EMB 27*4/KLEIN CARTUCHO//PF 869114/BR 23	BRS	26
SHA4/CHIL	PAR	32
LI169/LE2177	URU	4
LI169/LE2177	URU	5
LI169/LE2177	URU	16
BPAL/3/COCA`S`/BCEN//BNAM	ARG	21
LI107/ZG6483/85	URU	22
LI107/ZG6483/85	URU	23
ESTANZUELA PELON 90	URU	23
BPAL/3/COCA`S`/BCEN//BNAM	ARG	2
LI169/LE2177	URU	5

ESTABILIDAD DEL COMPORTAMIENTO DE LAS FUENTES DE RESISTENCIA A FET

La FET es una enfermedad importante del trigo en la región del Cono Sur cuyas epidemias han sido conocidas desde 1925. Aunque la ocurrencia de las epidemias fue bastante espaciada al comienzo, a partir de la década del 70 estas han sido más frecuentes y numerosas. Generalmente, las epidemias de FET coinciden con los años húmedos y calurosos; asimismo, su frecuente aparición durante los últimos años está relacionada con el mantenimiento de rastrojo sobre la superficie del suelo, una práctica recomendada por el manejo conservacionista.

Debido a los factores expuestos anteriormente, casi todos los programas de mejoramiento de trigo en la región han seleccionado variedades o líneas con buen grado de resistencia a la enfermedad, entre ellas Klein Atlas, Trigo 706, CC/Piamontés, NAD//BB/INIA y La Paz INTA en Argentina; Encruzilhada, Alvarez 110, Toropí, Frontana, Pel73007 y Pel 73081 en Brasil; Itapúa 25 en Paraguay y Estanzuela Young en Uruguay, son variedades usadas como fuentes de resistencia en los programas de mejoramiento. Por otra parte, para agregar mayor variabilidad y nivel de resistencia a las progenies desarrolladas localmente fuentes de resistencia de origen extranjero como Nobeoka Bozu, Nyu Bai Abura, Tokai 66 de Japón; Sumai 3, Chuan Mai 18, Pekin 8, Ning 8331, ShangHai y Buhan de China; y Catbird BAU/Milán y GOV/Az//MUZ/3/DODO/BOW de CIMMYT México, fueron también usadas. Todo este trabajo de mejoramiento ha resultado en la disponibilidad de varias líneas con diferentes niveles de resistencia a la FET en la región.

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de estas líneas y su estabilidad a través de diferentes ambientes y años se llevó a cabo un ensayo a nivel regional denominado Vivero de Resistencia a la Fusariosis de la Espiga de Trigo (VIRFET). Este ensayo consistió de 118 líneas y variedades provenientes de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y CIMMYT; asimismo, se incluyeron testigos de resistencia conocida como Frontana (Cuadro 1)

Aspectos de la variabilidad de la resistencia

La variabilidad de la expresión de la enfermedad en diferentes localidades ha dificultado la identificación de germoplasma con resistencia estable. Diferentes aspectos genéticos y de manejo tienen influencia sobre la severidad de la enfermedad.

Factores genéticos

La resistencia a la FET ha sido relacionada con la presencia de numerosos genes de efecto menor. Aún en la variedad más resistente como Sumai 3 existen diferencias entre investigadores sobre su base exacta de resistencia. Por ejemplo Shu (1982) identificó la resistencia de esta variedad en los cromosomas 1B, 2A, 5A, 6D y 7 D. A su vez, Lian (1985) y Yao et al. (1997) postularon que la resistencia de esta variedad estaba en los cromosomas 2B, 3B, 6B, y 7 A. Por otra parte, Liao et al. (1985) identificaron 9 cromosomas de trigo conteniendo factores que controlan el período de incubación. Este grupo también identificó otros cromosomas responsables conteniendo factores responsables del corrimiento de la infección de las espiguillas hasta el raquis, del raquis a toda la espiga y la tasa de corrimiento. Estos factores explican la complejidad de la interacción genotipo-ambiente que puede existir en la evaluación de la enfermedad.

Otros factores que también contribuyen a la variabilidad son las condiciones climáticas durante la floración, ciclo del cultivo, población del patógeno, metodología de evaluación, escalas de evaluación e interacción con otras enfermedades.

Metodología de evaluación

El VIRFET fue analizado por diferentes cooperadores usando diferentes metodologías de infección. Las principales metodologías de infección fueron:

1. Infección natural bajo condiciones de campo
2. Infección artificial para resistencia tipo I en invernáculo
3. Infección artificial para estudiar resistencia de tipo II a campo y bajo telado

Las infecciones para el tipo I fueron realizadas con una pistola rociadora con presión, en CIMMYT México y una pulverizadora de mano en INTA Marcos Juárez.

La resistencia tipo II fue estudiada a través de inoculaciones con algodón embebido en inóculo en México y por medio de inyección en espiguilla central en el resto de las localidades.

Escala de evaluación

Relacionado con la metodología de inoculación, diferentes escalas de evaluación fueron utilizadas por diferentes cooperadores. Las principales fueron:

A campo, escala de doble dígito 00/99, escala regional para FET 00/55 y porcentaje de infección.

Evaluación resistencia tipo I, escala 0/5 y porcentaje de espiguillas infectadas

Evaluación de resistencia de tipo II, porcentaje de corrimiento de la enfermedad en la espiga, porcentaje de espiguillas del total de una espiga y escala 0/5.

Resultados

Los datos sobre niveles de infección fueron proporcionados por INTA Marcos Juárez (telado e invernáculo), INTA Pergamino (campo), DIA Capitán Miranda (telado), INIA La Estanzuela (campo) y CIMMYT México (campo). El análisis se basó en dos años para la mayoría de las localidades (2000 y 2001) excepto para La Estanzuela donde también se consideró el año 2002.

Análisis global de la resistencia en el VIRFET

Los datos obtenidos a partir de los colaboradores fueron depurados y clasificados de acuerdo a los tipos de resistencia considerados.

Resistencia tipo I

Para estudiar este tipo de resistencia se utilizaron los datos de M. Juárez (Argentina) y CIMMYT (México)

Los resultados de la clasificación son presentados en el Cuadro 2.

Como puede observarse, existe una gran variabilidad en la clasificación de los datos entre los dos ambientes de evaluación permitiendo identificar alrededor de 10 % de las líneas como

resistentes o moderadamente resistentes. La línea SHA5/WEAVER fue la más resistente en esos ambientes presentando un daño significativamente menor que el resto.

Resistencia tipo II

Para estudiar este tipo de resistencia, se utilizaron los datos provenientes de La Estanzuela (Uruguay), Pergamino (Argentina), Marcos Juárez (Argentina), Capitán Miranda (Paraguay) y CIMMYT (México). La clasificación de las líneas por su resistencia está presentada en el Cuadro 3. En este caso se puede observar que hubo mayor coincidencia entre ambientes de evaluación y se pudo identificar 10 materiales como consistentemente resistentes (Cuadro 4). Cabe señalar que casi la mitad de las líneas seleccionadas como resistentes presentan un ciclo de cultivo largo, lo que podría tener alguna influencia en la expresión de la enfermedad.

Análisis estadístico

Resistencia tipo I

A pesar que los ambientes de Pergamino y La Estanzuela no consideraron inoculación artificial para evaluar específicamente este tipo de resistencia, la frecuencia de espigas infectadas en el campo fue considerada como un buen indicador para ser incluido en la agrupación de los materiales en el análisis de resistencia tipo I.

Usando el análisis canónico de agrupación, los materiales conformaron 5 grupos independientes (**Figura 1**). Las características del grupo en cuanto a su promedio de infección están presentadas en el **Cuadro 5**. Cabe señalar que los grupos con mayor índice de infección (2, 4 y 5) muestran menor coeficiente de variación. A su vez, los grupos 1 y 5, con menor índice de infección, son más dispersos indicando la dificultad en la evaluación de la resistencia

Uno de los grupos (grupo 3) consistió en materiales más resistentes en todos los ambientes, excepto México. Por otra parte, 3 grupos mostraron reacción intermedia variando desde resistencia a susceptibilidad y un grupo (grupo 2) fue susceptible en todos los ambientes. Es importante señalar que la diferencia de las evaluaciones entre México y el resto de los ambientes del Cono Sur observadas por esta clasificación, podría deberse a diferencias en la población patógena presente.

Resistencia tipo II

Usando el análisis canónico de agrupación, los materiales conformaron 4 grupos independientes (**Figura 2**). Las características de los grupos están presentadas en el **Cuadro 6**. En este caso, también se puede apreciar que el grupo 1 con el menor nivel de infección tiene el máximo coeficiente de variación como resultara para el tipo I de resistencia.

En este caso, el grupo 2 fue el más susceptible en todos los ambientes de evaluación. El grupo 1, a pesar de su buen nivel de resistencia a través de los ambientes, presentó infecciones moderadas en Paraguay y Marcos Juárez (Argentina); aunque esas diferencias en el comportamiento del material resistente no se conocían anteriormente, se sospecha que podrían deberse a la interacción población patógena-temperatura diferencial con respecto a los otros ambientes.

Resistencia tipos I y II

Considerando las diferencias marcadas de evaluación ente los ambientes del Cono Sur y México, los datos de este último ambiente no fueron incluidos en el análisis combinado.

El análisis combinado de los datos sobre resistencia tipo I y II agrupa los materiales en 5 grupos independientes (**Figura 3**). Las características de estos grupos están representadas en el **Cuadro 7**. Se puede observar que los grupos 1 y 3 con bajo nivel de infección a través de los ambientes siguen mostrando gran dispersión de los datos y consecuentemente alto coeficiente de variación. Por otra parte, es importante señalar que la superposición de los grupos 1 y 3 en la gráfica estaría relacionada a las diferencias en el ciclo de cultivo de los materiales involucrados.

El análisis de la variabilidad combinada sobre todos los ambientes muestra al grupo 2 como más susceptible excepto en el caso de Paraguay confirmando una vez más la interacción o diferencia en la población patogénica que podría existir en este ambiente. En forma similar, el grupo 3, considerado como el más resistente en todos los ambientes, muestra el máximo nivel de infección en Paraguay. Esta información es considerada crítica para los trabajos futuros de búsqueda de variabilidad en las poblaciones del hongo a nivel regional.

Identificación de germoplasma estable

En base al análisis global de la resistencia y la clasificación estadística del germoplasma del vivero VIRFET en diferentes grupos para tipos de resistencia I y II, fue posible identificar materiales estables a través de los ambientes considerados (**Cuadros 8 y 9**). De todos los materiales incluidos en la colección, sólo 3 (Frontana, SHA5/Weaver y Sha3/Catbird) mostraron ambos tipos de resistencia. Es interesante observar que ProINTA Granar, una nueva variedad de alto potencial de rendimiento en Argentina fue seleccionada para resistencia de tipo I; por otra parte, las variedades Klein Cacique, Buck Charrúa (Argentina) y CEP 24 (Brasil) fueron buenas para resistencia de tipo II. Asimismo, se señala que estas variedades, además de la resistencia para la FET son de alto potencial de rendimiento y buena adaptación.

Un grupo adicional de 38 líneas de conocida resistencia para la FET en la región fue seleccionado por varios colaboradores pero presentan una alta inestabilidad en su expresión.

Conclusiones

1. Debido a la presencia de la enfermedad en la región por largos años, todos los programas de mejoramiento participantes en el proyecto han seleccionado germoplasma con niveles variables de resistencia genética. Sin embargo, debido a la diversidad de ambientes, metodologías utilizadas para la evaluación y escalas, faltaba comprobar la estabilidad de la resistencia de estos materiales.
2. La formación de un vivero regional y su evaluación en diferentes ambientes a través del proyecto permitió identificar un grupo reducido de líneas con características específicas para diferentes tipos de resistencia. Entre ellas se destacan Frontana (utilizado mundialmente), Sha5/Weaver y Sha3/Catbird que muestran resistencia estable para los dos tipos considerados (I y II). Esta información es de gran valor para los programas de mejoramiento de la región y a nivel mundial para ampliar la variabilidad y poder transferirla a materiales adaptados.

Cuadro 1. Vivero de líneas avanzadas para resistencia a la FET (VIRFET)

Ent. Cruza
1 KLEIN ATLAS (TESTIGO MOD. RES.)
2 CARGILL TRIGAL
3 COOPERACION CABILDO
4 LA PAZ INTA
5 BUCK CHARRUA
6 KLEIN CACIQUE
7 PROINTA GRANAR
8 KLEIN PEGASO
9 TEZANOS PINTO PRECOZ
10 KLEIN DON ENRIQUE
11 KLEIN VOLCAN
12 BNAM/CNAT//PATO R/CAL/3/7C//BB/CNO67
13 NAD//BB/INIA
14 CC/PTES
15 BOW S / NOBEOKA BUZU//CEP75203/VEE S´
16 BOW S /PEKIN 8//PEL 73007/VEE S´
17 LAJ1409/LA PAZ INTA/PF 7815/LAJ 2079
18 VILELA SOL/NOBEOKA BOZU//PEL73101/LAS ROSAS INTA
19 KLAT/PEL74142//LR1/NYUBAI/3/KLAT/CEP75203//LAJ1409/PF7815
20 LAS ROSAS INTA/LAJ1409//LAJ1409/NOBEOKA BOZU
21 PROINTA OASIS (TESTIGO SUSCEP.)
22 CEP85128/4/CEP7593/CEP7887/3/PEL78380/ATR71//BOW S
23 CEP14/CEP83141/3/BUC/PVN//BR14
24 BAU S´ /CEP87103//CEP14
25 BR32//ITAPUA 35
26 CEP14/BR34//CEP857//SHANGHAI 3
27 CEP24/EMBRAPA27
28 CEP8466//BJY S´ /JUP/3/CEP14/4/BR23
29 BR18/CEP8927
30 CEP24/EMBRAPA27
31 CEP24/PF87107//PVN/ANI S´
32 CEP27/PF85229//BR35/MILAN
33 CEP8880/3/BOW S´ //BUC S´ /BUL S´ /4/EMBRAPA27
34 FASAN/EMBRAPA27//CEP24
35 PF869114/CEP8749//CURINDA S´ /YAV
36 VEE S´ /CEP7780//THB S´ /3/BR43/4/CEP19/CEP8933
37 CEP8880/3/BOW S´ //BUC S´ /BUL S´ /4/EMBRAPA27
38 EMBRAPA 27/CEP24/3/BUC S´ /FCT S´ //PF85229
39 CNO79//PF70354/MUS S´ /3/CEP8979/4/PF859238
40 EMBRAPA27/CEP8818
41 CEP24
42 FRONTANA (TESTIGO MOD. RES)
43 CORYDON
44 CHUM18//JUP/BJY
45 SHA4/CHIL
46 DUCULA//GEN/BAYA
47 SHA4/4/CAR853/COC/VEE/3/BOW/5/BEIJING89 1941
48 MJI/GLEN//TRT/3/DUCULA/4/TNMU
49 PASA/MILAN//MILAN
50 PASA*2//ALD/COC
51 PSN/BOW/4/MAYA/NAC/3/RPB14.68/PVN//PHO/5/MUNIA
52 TNMU/MILAN//ATTILA
53 CLC89/MILAN//MILAN
54 TODY/MILAN//BAU
55 GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW/5/TNMU/6/BAU
56 BR14/CEP847
57 CATBIRD
58 CHIL/CHUM18
59 PF72640/PF7326//PF7065/ALD/3/KLT/4/DUCULA
60 GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW
61 DESC/VEE/PJN/3/YANG85-85
62 SHA4/CHIL//CHIR1/3/ZHE JIANG 4
63 GUAM92//PSN/BOW
64 GUAM92//PSN/BOW

65	WUH1/VEE#5//MUNIA
66	WUH1/VEE#5//CBRD
67	SHAN 32109/PASA
68	SHA3/SERI//SHA4/LIRA
69	R37/GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*YMI #6/5/CBRD
70	CHUM18*3/6/NRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/AUS-6869/5/PELOTAS-ARTHUR
71	OCEP17//BOW/NKT
72	OCEP17//VEE#5/SARA
73	ALUCAN//KEA/GHK
74	MILAN/SHA7
75	NG8319//SHA4/LIRA
76	R37/GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*YMI #6/5/CBRD
77	SHA3/SERI//SHA4/LIRA
78	SW89-5124*2/FASAN
79	SHA3/SERI//SHA4/LIRA
80	SELBOL S-68 Y95-96
81	SODAT/SUM3//NG8201/NING8647
82	SHA3/CBRD
83	SHA5/WEAVER
84	GOVIAZ//MUS/3/DODO/4/BOW
85	FRONTANA (TESTIGO MOD. RES)
86	FLYCATCHER (TESTIGO SUSCEP.)
87	PAT10/ALD S'VEE S'
88	CAR853/COC/VEE S' /3/JUP/BJY S'//URES
89	CHAT S' /CEP7780//PRL S' /BOW S'
90	URES81/KAUZ S'
91	BAU S' /MILAN
92	TUI S' /IAN8
93	CHA/NING8331
94	CAR853/COC/VEE S' /3/JUP/BJY S'//URES
95	CHA/NING8331
96	TOW S' /SARA/BAU S'
97	KAUZ S'
98	BUC S' /CHRC S' /PRL S' /BOW S'
99	E. YOUNG (TESTIGO MOD.RES.)
100	CRDN/3/PEL 72380/ATR71*2//H567.71/4/TRAP#1/VEE#8
101	NING8745/3/2*CHUM18//JUP/BJY
102	P.SUPERIOR/CATBIRD
103	REMOS/CM 82036
104	FRONTANA/REMUS
105	NEIXIANG 184
106	B. GUARANI (TESTIGO SUSCEP.)
107	I.BOYERO (TESTIGO SUSCEP.)
108	SHA7/VEE#5//JM4058/GEN
109	SHA3/SERI//SHA4/LIRA
110	NING 8745/3/2*CHUM18//JUP/BJY
111	SHA4/3/2*CHUM18//JUP/BJY
112	SHA3/SERI//2*PSN/BOW
113	SHA7//PRL/VEE#6
114	CHUAM MAI#18/BAU"S" (DIF 1073)
115	NING 8331
116	LI 107/YMI#6
117	EPELON90/SUZHOE F3#8
118	SHA3/CBRD

Cuadro 2. Número de entradas del VIRFET según clases de reacción para Resistencia tipo I a la FET. CIMMYT-México e INTA M. Juárez-Argentina

MJ, Argentina	México				
	Resistente	Mod.Res.	Mod.Suscp.	Susceptible	Sin dato
Resistente	3	3	2	1	7
Moderadamente Resistente	5	6	3	3	6
Moderadamente Susceptible	11	13	11	5	6
Susceptible	5	6	3	4	4
Sin dato			2	5	5

Cuadro 3. Número de entradas del VIRFET según clases de reacción para resistencia tipo II. INIA-LA Estanzuela (Uruguay), INTA Pergamino (Argentina), INTA M. Juárez (Argentina), DIA Capitán Miranda (Paraguay) y CIMMYT (México)

Otras localidades	Uruguay				
	Resistente	Mod.Resistente	Mod.Suscep.	Susceptible	Inestable
R	10	9	10	1	1
MR	5	7	3	4	
MS	6	7	15	17	1
S		2	2	17	1

Cuadro 4. Germoplasma resistente tipo II a la FET seleccionado en pruebas de multi-localidades

Cruza o variedad	Ciclo		Cono Sur	Uruguay
	2000	2001	3 local.	2000-02
FRONTANA (T MR)	I	C	11,7	R
BR 32/ITAPUA 35	I	C-I	17,0	R
CEP 24	I	C-I	18,2	R
V.SOL/N BOZU//PEL 73101/LR INTA	I	I	11,5	R
SHA5/WEAVER	I	I	16,8	R
EPELON 90/SUZHOE F3#8	L	I	17,7	R
BUCK CHARRUA	L	L	9,6	R
FRONTANA/REMUS	L	L	6,7	R
REMUS/CM 82036	L	L	15,5	R
NEIXIANG 184	L	L		R

Cuadro 5. Características de los grupos de clasificación formados en base a resistencia tipo I a la FET

Tipo res.	Grupo	Obs.	Promedio	Dev Std	C.V.
I	1	29	45,7	40,2	88,0
	2	23	67,9	25,7	37,9
	3	24	50,6	41,4	81,9
	4	26	67,4	27,5	40,8
	5	16	73,0	18,4	25,2

Cuadro 6. Características de los grupos de clasificación formados en base a resistencia tipo II a la FET

Tipo res.	Grupo	Obs.	Promedio	Dev Std.	C.V.
II	1	32	43,2	40,5	93,8
	2	51	69,9	26,7	38,2
	3	19	52,5	35,6	67,9
	4	16	67,3	27,8	41,3

Cuadro 7. Características de los grupos de clasificación formados en base a resistencia tipos I y II a la FET

Tipo res.	Grupo	Obs.	Promedio	Dev Std	C.V.
I y II	1	17	2,1	1,4	86,8
	2	38	4,5	1,1	25,4
	3	17	1,4	0,6	98,6
	4	23	2,7	1,0	50,3
	5	23	3,5	0,9	35,1

Cuadro 8. Progenitores estables seleccionados para resistencia tipo I a la FET

Progenitor	Tipo de reacción
SHA5/WEAVER	R
NING 8331	MR
SHA3/CBRD	MR
FRONTANA	MR
PROINTA GRANAR	MR
LFJ-I-7	MR
KLAT/PEL74142//LRI/NYUBAI/3/KLAT/CEP75203//LAJ1409/PF7815	MR

Cuadro 9. Progenitores estables seleccionados para resistencia tipo II a la FET

Progenitor	Tipo de reacción
SHA5/WEAVER	R
LFJ-III-38	R
CEP24	R
EPELON90/SUZHOE F3#8	R
BUCK CHARRUA	R
REMOS/CM 82036	R
FRONTANA/REMUS	R
NEIXIANG 184	R
KLEIN ATLAS	MR
LAJ2231	MR
FRONTANA	MR
CEP24/PF87107//PVN/ANI'S	MR
COOPERACION CABILDO	MR
KLEIN CACIQUE	MR
LI 107/YMI#6	MR
SHA3/CBRD	MR

Figura 1. Análisis canónico de la resistencia tipo I

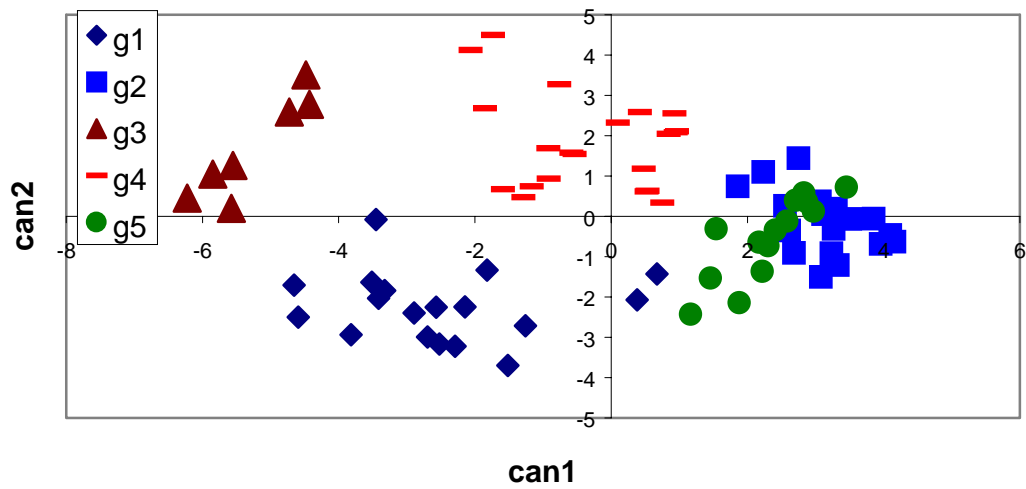


Figura 2. Análisis canónico de resistencia, Tipo II

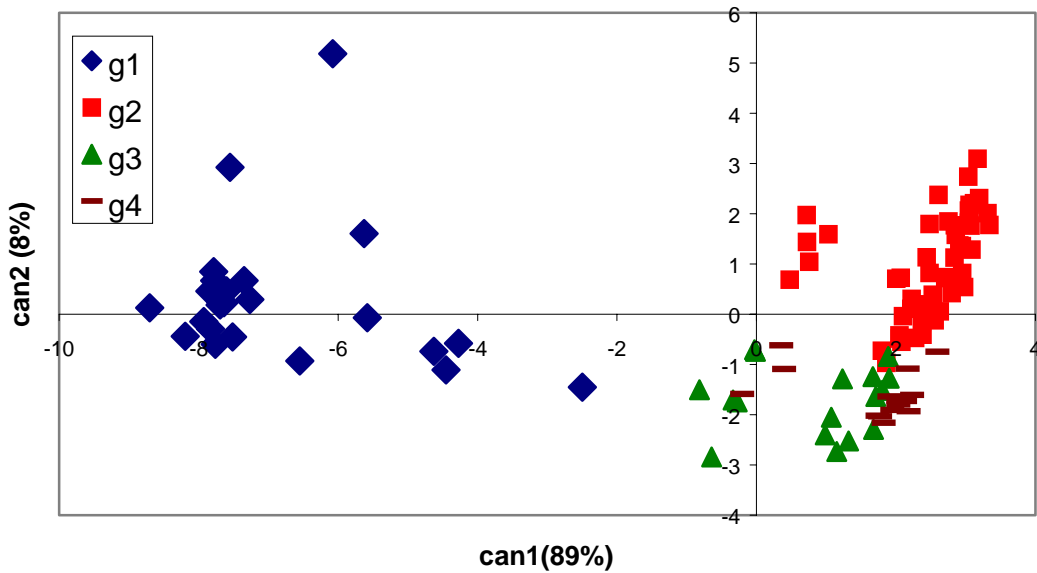
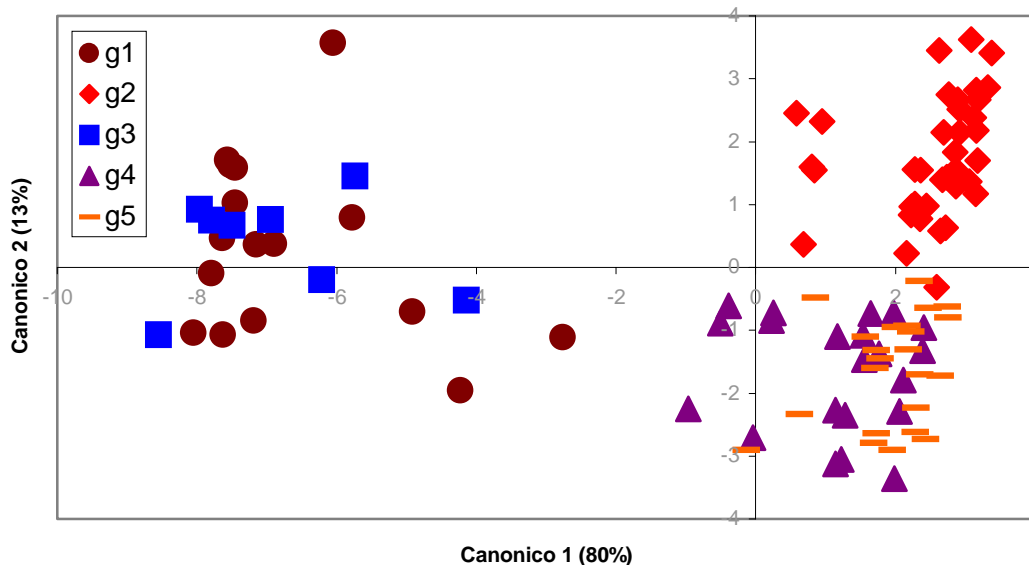


Figura 3. Análisis canónico de la resistencia, Tipos I y II a campo



Las **Figuras 1, 2 y 3** demuestran la dispersión de los materiales en diferentes grupos de acuerdo a los tipos de resistencia. Es importante señalar que los grupos de los materiales susceptibles son mucho más compactos en comparación con los grupos resistentes que presentan gran diversidad en su evaluación. Los dos grupos (1 y 3) considerados como resistentes para tipos I y II y sobrepuestos en la **Fig.3**, se distinguen entre ellos por el ciclo de los materiales. En este caso, es difícil separar el efecto del ciclo largo de los materiales que componen el grupo 3 de la resistencia genética a Fusariosis de la espiga. Solo las pruebas futuras en condiciones controladas pueden aclarar este aspecto.

EVALUACIÓN DE MICOTOXINAS EN GERMOPLASMA SELECTO Y ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS PARA SU DETERMINACIÓN

Gran número de las especies de *Fusarium* asociadas a la FET producen compuestos perjudiciales (micotoxinas) para el hombre y animales. Entre los principales grupos químicos producidos por *Fusarium* se destacan los Tricotecenos y la Zearalenona. Los tricotecenos incluyen dos grandes grupos: A y B. El grupo A comprende a la Toxina T-2 (T-2), la Toxina HT-2 (HT-2), el Diacetoxicirpenol (DAS), y el Neosolaniol (NEO). El grupo B, de más frecuente ocurrencia en países del Cono Sur, involucra al Deoxinivalenol (DON), Nivalenol (NIV) y Fusarenona X, entre los principales. Los tricotecenos causan irritación de la piel, rechazo del alimento, vómitos, diarrea, hemorragias, alteraciones neurológicas, abortos y muerte en animales monogástricos y en el hombre. La zearalenona induce alteraciones estrogénicas en cerdas.

Las metodologías de análisis para la principal micotoxina, DON, abarcan desde metodologías precisas y laboriosas como High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) hasta otras, prácticas y poco precisas, como Enzyme Linked Inmunosorbant Assay (ELISA). Los métodos fluorométricos ofrecen una alternativa que compatibiliza la precisión con la practicidad. Por esta razón se optó por esta aproximación para el análisis de micotoxinas realizado en el presente proyecto. A partir de febrero de 2002, INIA La Estanzuela comenzó a realizar este tipo de análisis de la micotoxina DON con un equipo Romer FluoroQuant. Este es un test rápido, cuantitativo para la detección de DON basado en fluorimetría y aprobado por la Agencia de Inspección de Granos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Los productos que se pueden evaluar con este método son: granos de trigo, cebada, maíz y avena, malta de cebada, y productos/subproductos del procesamiento del trigo como harina, harina entera, germen, salvado y afrechillo. En cada corrida analítica, el equipo es calibrado con dos calibradores (alto y bajo) y chequeado con un control y una referencia de concentración conocida.

En el período febrero-junio de 2002 se analizaron 139 muestras experimentales y de chacra. El grano de trigo de chacra de la zafra 2001 analizado (15 muestras) presentó una media de 6.2 ppm con un rango de 1.2 a 11.5 ppm. El grano de trigo de parcelas experimentales de esa misma zafra (46 muestras) presentó una media de 11.7 ppm y un rango de <0.5 a 36 ppm. El grano de trigo de parcelas experimentales de la zafra 2000 (26 muestras) presentó una media de 2.9 ppm con un rango de <0.5 a 13 ppm. Las muestras de harina experimental analizadas (6 muestras) presentaron una media de 2.6 ppm con un rango de 1.1 a 5.1 ppm. Estas muestras provenían del procesamiento de granos de trigo con concentraciones variables de DON. La referencia de concentración 8.5 ppm de DON, utilizada consistentemente en las corridas analíticas presentó una varianza de 1.666, un desvío estándar de 1.29 ppm y un coeficiente de variación de 14%. La referencia de concentración 0.6 ppm presentó una varianza de 0.017, un desvío estándar de 0.13 ppm y un coeficiente de variación de 22.4%. Con esta metodología fueron evaluadas muestras de las variedades INIA Churrinche (moderadamente resistente), INIA Mirlo (susceptible) e INIA Boyero (susceptible) provenientes de ensayos realizados en las localidades de La estanzuela y Young durante los años 2000 y 2001, y de esas variedades más la línea ORL 99192 (resistente), durante el año 2002.

El contenido de DON también fue analizado en La Estanzuela en muestras de material resistente sembrado en esa localidad durante el año 2001 y en CIMMYT, México, en muestras de material resistente cultivado en 4 localidades de China con diferentes presiones de selección a la FET.

Resultados

Los resultados obtenidos en esos análisis son presentados en los **Cuadros 1 al 5**.

Durante los años 2001 y 2002, los niveles de DON en las muestras de ensayos conducidos en La Estanzuela y Young, Uruguay, fueron consistentemente superiores a los del año 2000, en forma similar a lo que ocurrió con los coeficientes de infección en espiga y con el porcentaje de granos afectados (**Cuadros 1 a 3**).

En general, las muestras de la variedad I. Churrinche fueron menos afectadas que las de I. Mirlo e I. Boyero. La línea ORL 99192, de origen brasilero, fue consistentemente menos afectada que el resto, hecho que también se reflejó en sus menores contenidos de DON en el grano.

El análisis de DON en muestras de material resistente conducido bajo las condiciones de La Estanzuela posibilitó observar algunas situaciones contrastantes como las de la línea MAYOOR//TKSN 1081/AE.SQ.(222) que a pesar de haber sido considerablemente afectada por la FET (lectura de doble dígito 00/55= 45 y 11% de granos fusariosos) tuvo un contenido de DON en granos similar al de otras entradas mucho menos afectadas. Las entradas correspondientes a NG 8675/CBRD y MILAN/SHA7 tampoco tuvieron grandes diferencias con respecto a porcentaje de granos fusariosos y contenido de DON a pesar de mostrar un nivel de síntomas moderado (**Cuadro 4**).

Los análisis de muestras de líneas resistentes de CIMMYT que habían sido sometidas a selección para la enfermedad bajo las condiciones de 4 localidades de China indicaron que sólo las localidades 2 (Nanjing, Jiangsu Province) y 4 (Jianyang, Fujiang Province) discriminaron diferencias en la expresión de DON y que en esta última las diferencias fueron mayores. Las entradas de SHA3/CBRD, NG 8675/CBRD, RECURRENT SELECTION 1, MILAN/SHA7, MAYOOR//TKSN 1081/AE.SQ.(222), y BUC//RUFF/AE.SQ./3/MAIZ, mostraron los menores contenidos de DON. En la mayoría de los casos de sintéticos hexaploides derivados de trigo que fueron analizados, se observaron muy bajos contenidos de DON.

Estos resultados indican que existe un importante nivel de variabilidad para este carácter que puede estar asociado con la expresión de resistencia tipo III y que este tipo de estudios debería ser ampliado en el futuro.

Cuadro 1. Análisis de DON en muestras de trigo de ensayos conducidos en las localidades de La Estanzuela y Young, Uruguay, durante los años 2000 y 2001

Localidad/ Año	Cultivar	Lect. Fus. campo	Coef. Infección	% grano Prom.	DON ppm
E2000	I.CHURRINCHE	1/1	1	3.7	1.3
E2000	I.MIRLO	2/3	15	7.0	2.6
E2000	I. BOYERO	3/3	25	13.3	5.3
Y2000	I.CHURRINCHE	1/3	5	6.0	1.10
Y2000	I.BOYERO	3/5	45	14.3	4.10
E2001	I.CHURRINCHE	4/3	35	25.7	6.0
E2001	I. MIRLO	5/5	81	74.7	6.0
E2001	I. BOYERO	4/3	35	71.3	16.0
Y2001	I.CHURRINCHE	4/4	49	25.0	20.0
Y2001	I. MIRLO	5/5	81	38.3	6.4
Y2001	I. BOYERO	5/5	81	78.3	32.0

Cuadro 2. Análisis de DON en muestras de trigo de ensayos conducidos en la localidad de La estanzuela, Uruguay, durante el año 2002

Localidad/ año	Cultivar	Lect. Fus. campo	Coef. infección	% grano Prom.	DON Ppm
1E2002	ORL99192	2/2	9	5.5	0.8
1E2002	I.CHURRINCHE	3/4	35	17.5	4.3
1E2002	I. MIRLO	4/4	49	21.5	3.8
1E2002	I.BOYERO	5/4	63	37.0	14.0
2E2002	ORL99192	1/3	5	11.5	0.7
2E2002	I.CHURRINCHE	3/3	25	15.5	1.8
2E2002	I.BOYERO	3/5	45	36.5	7.5
2E2002	I. MIRLO	4/5	63	42.5	5.2
3E2002	I.CHURRINCHE	3/4	35	4.5	2.3
3E2002	I. MIRLO	4/4	49	7	1.9
3E2002	I.BOYERO	4/5	63	8	3.3

Cuadro 3. Análisis de DON en muestras de trigo de ensayos conducidos en la localidad de Young, Uruguay, durante el año 2002

Localidad/ año	Cultivar	Lect. Fus. campo	Coef. infección	% grano Prom.	DON ppm
1Y2002	I.CHURRINCHE	5/4	63	21.0	4.8
1Y2002	I. MIRLO	5/4	63	18.0	2.0
1Y2002	I.BOYERO	5/4	63	29.5	5.6
2Y2002	ORL 99192	4/2	21	14.0	4.2
2Y2002	I.CHURRINCHE	5/5	81	26.5	4.1
2Y2002	I. MIRLO	5/5	81	18.5	1.4
2Y2002	I. BOYERO	5/5	81	30.5	11.0
3Y2002	I.CHURRINCHE	3/3	25	27.0	6.7
3Y2002	I. MIRLO	4/5	63	15.0	3.2
3Y2002	I. BOYERO	4/5	63	33.5	4.5

Cuadro 4. Contenido de DON por medio de test de FluoroQuant en materiales de trigo resistentes a la FET. (La Estanzuela, Uruguay, 2002).

Identificación	FUS	%GFUS	DON ppm
KLEIN VOLCAN	T/1	4,0	0,81
VILELA SOL/NOBEOKA BOZU//PEL73101/LAS ROSAS INTA	11	2,0	1,10
BAU'S/CEP87103//CEP14	11	3,5	1,10
CEP24/EMBRAPA27	11	12,5	2,70
CEP8466//BJY'S/JUP/3/CEP14/4/BR23	11	3,0	1,40
CNO79//PF70354/MUS'S/3/CEP8979/4/PF859238	11	1,0	0,77
CEP24	T	3,5	1,60
CHUM18//JUP/BJY	11	6,0	0,79
SHA5/WEAVER	11	3,0	0,62
NING 8331	T/1	2,0	0,38
Identificación	FUS	%GFUS	DON ppm
SHA3/CBRD	11	4,5	1,1
SHA3/CBRD	11	5,0	0,7
SHANGAI	11	5,5	0,7
SHANGAI	11	3,0	1,3
PC B084.985/JIANZIMAI//8744	21	3,0	1,9
RECURRENT SELECTION 1	21	7,5	1,9
NG8675/CBRD	32	2,5	1,3
MILAN/SHA7	32	4,5	2,0
MAYOOR//TK SN1081/AE.SQ(222)	45	11,0	1,9

Cuadro 5. Contenido de DON por medio de test de FluoroQuant en cruza resistentes de CIMMYT provenientes de 4 localidades de China. (CIMMYT, México, 2002)

Cruzas	Loc1 DON (ppm)	Loc2 DON (ppm)	Loc3 DON (ppm)	Loc4 DON (ppm)
SHA3/CBRD	1.00	1.10	0.00	0.30
NG8675/CBRD	0.61	1.40	0.00	1.10
MILAN/SHA7	1.20	2.70	0.00	1.30
PC B084.985/JIANZIMAI//8744	1.50	1.00	0.00	2.80
SHANGAI	0.40	0.66	0.00	-
SHANGAI	0.38	1.20	0.00	1.30
RECURRENT SELECTION 1	1.40	2.60	0.00	1.10
MAYOOR//TK SN1081/AE.SQUARROSA (222)	-	2.40	0.00	1.40
GOVIAZ//MUS/3/DODO/4/BOW	0.73	1.70	0.00	2.40
GOVIAZ//MUS/3/DODO/4/BOW	-	1.40	0.00	2.80
CATBIRD	2.20	2.20	0.00	-
CHUM18//JUP/BJY	0.76	2.00	0.00	2.40
BUC//RUFF/AE.SQ/3/MAIZ	0.65	2.70	0.00	1.70
MILAN/SHA7	2.90	3.20	0.00	1.40
NG8675/CBRD	1.30	2.60	0.00	2.70
CATBIRD	2.70	2.20	0.49	3.10
NG8675/CBRD	1.60	2.90	0.00	2.60
CATBIRD	0.60	1.30	0.00	4.30
MAYOOR//TK SN1081/AE.SQUARROSA (222)	0.60	3.00	0.00	2.60
MAYOOR//TK SN1081/AE.SQUARROSA (222)	1.20	2.80	-	2.80
MAYOOR//TK SN1081/AE.SQUARROSA (222)	1.00	3.10	0.00	2.60
MIAN YANG81-5//PC B084.985/JIANZIMAI	0.51	0.25	0.00	5.70
CHUM18//JUP/BJY	1.20	3.20	0.00	2.80
MAYOOR//TK SN1081/AE.SQUARROSA (222)	-	3.90	0.00	2.30
MAYOOR	0.79	3.30	0.00	3.00
ATAH92/GOB	0.67	3.30	0.00	-
MIAN YANG81-5//PC B084.985/JIANZIMAI	20.00	1.30	0.00	5.40
CROC 1/AE. SQUARROSA (205)/5/BR12*3/4//IAS55*4/C114123/3//IAS55*4/EG.AUS//IAS55...	0.84	3.00	0.00	3.90
LCK59.61/AE.SQUARROSA (313)	0.90	3.50	-	-
NG8675/NING8645	0.70	1.10	0.00	6.00
BCN//DOY1/AE.SQUARROSA (447)	2.00	5.50	0.00	2.00

Cruzas	Loc1 DON (ppm)	Loc2 DON (ppm)	Loc3 DON (ppm)	Loc4 DON (ppm)
MAYOOR/5/CS/TH.CU//GLEN/3/ALD/PVN/4/CS/LE.RA//2*CS/3/CNO79	0.92	3.20	-	4.40
JIAN85.11//SUZHOU7906/NING8249	0.25	-	0.00	3.90
NS73/PCI//B143.241.2/3/NING8647	3.00	1.80	0.00	6.10
TURACO/5/CHIR3/4/SIREN//ALTAR 84/AE. SQUARROSA (205)/3/3*BUC	2.30	3.90	0.00	4.10
CS/TH.CU//GLEN/3/ALD/PVN/4/CS/LE.RA//2*CS/3/CNO79	0.00	6.10	0.00	2.90
BCN*2//CROC 1/AE.SQUARROSA (886)	0.51	3.60	-	5.60
BCN/3/68112/WARD//AE.SQUARROSA (369)	0.44	3.40	0.00	5.90
OPATA/5/CP//GEDIZ/3/GOO//JO69/CRA/4/AE.SQUARROSA (223)	0.90	5.20	0.00	4.50
SABUF/5/BCN/4/RABI//GS/CRA/3/AE.SQUARROSA (190)	2.20	4.20	-	5.50
ZHEDAR#1/SHYRI//OLMO	0.03	5.00	0.00	
SHANGAI	1.20	1.70	0.00	8.60
BUC//RUFF/AE.SO/3/MAIZ	0.47	4.20	-	6.70
SHANGAI	0.19	1.60	-	10.00
CHIRYA.1	2.50	6.00	-	-
MNS1	0.00	7.20		
CS/LE.RA//CS/3/PVN	0.73	5.60	0.00	9.10
CHIR3/5/CS/TH.CU//GLEN/3/ALD/PVN/4/CS/LE.RA//2*CS/3/CNO79	0.78	11.00	0.00	6.70
SODAT/SUM3//NING820/3/NING8626	1.10	1.20	0.00	17.00
NG8201/KAUZ	0.82	3.80	0.00	21.00
SCOOP_1/LOTUS_1	4.60	-	0.00	13.00
LABUD/NEHAMA//SRN/VIC-U	9.40	-	0.00	18.00
Sintéticos hexaploides derivados de trigo				
TOCTE//GOB/HUMAI10/3/ATAH92/ALELI	0.23	-	-	
PENCO/CHEVRON-BAR	0.00	-	-	
ATAH92/GOB	-	-	0.00	
CANELA/ZHEDAR#2	0.00	-	-	
ZHEDAR#1/4/SHYRI//GLORIA-BAR/COPAL/3/SHYRI/GRIT/5/ARUPO/K8755//MORA	-	-	-	
SVANHALS-BAR/MSEL//AZAF/GOB24DH	0.00	-		
SVANHALS-BAR/MSEL//AZAF/GOB24DH	0.00	-		
DURUM WHEAT				
CHAIKA_1/TILO	5.80	-	0.00	-
SRN_1/6/FGO/DOM//NACH/5/ALTAR 84/4/GARZA/AFN//CRA/3/GGOVZ39417//GEDIZ/FGO//GIA/3/CNDO/8/DUKEM_1	4.30	-	0.00	-
ZEGZAG/ALTAR 84//DIPPER_2	5.80	-	0.00	-
SUMAI3				1.50
Miayang 26(k)			0.00	-

Localidad 1 Wuchang, Hubei Province
Localidad 2 Nanjing, Jiangsu Province
Localidad 3 Putian, Fujian Province
Localidad 4 Jiayang, Fujian Province

En conclusión, es muy importante buscar localidades en el futuro que den consistencia de los valores de toxinas y permitan seleccionar germoplasma con tipo III de resistencia.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *FUSARIUM* ASOCIADAS A LA FET

La Fusariosis de la Espiga de los Cereales ha sido asociada a un número considerable (17) de especies de *Fusarium*. Según Parry *et al.* (1995) las especies predominantes son *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum* y *Fusarium avenaceum* y su distribución geográfica está relacionada con las condiciones ambientales.

El amplio espectro de especies relacionadas con la enfermedad ha motivado el interés de los investigadores por caracterizar la composición de las poblaciones patógenas en el nivel global y regional. Con estos objetivos se realizaron prospecciones de especies de *Fusarium* presentes en muestras de granos afectados por FET en varias localidades del Cono Sur y en México. La metodología de identificación se realizó en medios CLA (Carnation Leaf Agar) y PDA (Potato Dextrose Agar) según Nelson *et al.* (1983), Booth (1971) y Tousson y Nelson (1976). Como una actividad complementaria, y empleando una metodología de identificación similar, en INIA LA Estanzuela, Uruguay, se identificaron especies de *Fusarium* asociadas a rastrojos de cultivo (trigo, cebada, maíz y girasol) y de malezas gramíneas con el fin de determinar las más frecuentes y su eventual especificidad sobre esos sustratos de importancia crucial en la fase saprofitica del hongo.

Resultados

Los estudios realizados por CIMMYT en los Valles Altos de México mostraron la predominancia de las especies *F. avenaceum*, *F. graminearum* y *F. trincictum* (**Cuadro 1**) en los cereales. Cabe señalar que las infecciones primarias de *F. graminearum* sobre trigo pueden tener una interacción con otras especies en cuanto a la evaluación de los materiales.

Cuadro 1. Frecuencia (%) de aislamientos de especies de *Fusarium* en granos afectados por la FET en los Valles Altos de México durante 2001 y 2002

Especie	Frecuencia	
	2001	2002
<i>F. avenaceum</i>	32.0	25.5
<i>F. graminearum</i>	20.0	23.5
<i>F. trincictum</i>	11.0	6.5
<i>F. subglutinans</i>	10.0	9.0
<i>F. poae</i>	5.0	2.0
<i>M. nivale</i>	8.0	4.5
<i>F. lateritum</i>	9.0	1.0
<i>F. heterosporum</i>	5.0	0.0
<i>F. equiseti</i>	0.0	5.0
<i>F. culmorum</i>	0.0	7.0
<i>M. dimerum</i>	0.0	12.0
<i>F. sambucinum</i>	0.0	4.0
<i>F. merismoides</i>	1.0	0.0
<i>F. stilboides</i>	1.0	0.0

En las muestras de Argentina y Uruguay los porcentajes de granos “fusariosos” fueron considerablemente altos (11.3 a 66.8 %) (**Cuadro 2**). La especie más frecuentemente asociada a la FET fue *Fusarium graminearum*, y las más difundidas, junto con *F. graminearum*, fueron *F. equiseti*, *F. culmorum*, y *F. semitectum* (**Cuadro 3**).

El análisis de especies en restos vegetales puso de manifiesto que *F. graminearum* sólo fue importante en rastrojos de trigo y cebada, pero no en maíz, malezas gramíneas y girasol

(Cuadro 4). La única especie presente en todos los sustratos fue *F. oxysporum*. Finalmente, *Fusarium graminearum* fue reduciéndose en función de la edad del rastrojo. Los rastrojos de trigo y cebada en superficie aportaron inóculo por 2 a 2.5 años y los de maíz por un período de hasta 3 años

Cuadro 2. Porcentaje de granos “fusariosos” en muestras de trigo en Argentina y Uruguay durante los años 2000 y 2001

Porcentaje de granos afectados por <i>Fusarium</i> spp	Argentina (Años 2000 y 2001) (Cultivares PI Puntal, K. Brujo, K. Pegaso y PI Granar)			Uruguay (Año 2001) (Cultivares E. Mirlo, E. Pelón, I. Boyero y I. Churrinche)	
	Pergamino	Marcos Juárez	Paraná	La Estanzuela	Young
Media	55	66.8	11.3	33	37
Rango	20-92	24-88	6-16	9-44	19-41

Cuadro 3. Frecuencia (%) de aislamientos de especies de *Fusarium* en granos afectados por la FET en localidades de Argentina, Uruguay y Paraguay

Especies de <i>Fusarium</i>	Argentina			Uruguay ¹	Paraguay ²
	M. Juárez	Paraná	Pergamino		
<i>F. acuminatum</i>	2	5	0	0	0
<i>F. avenaceum</i>	1	0	0	11	2
<i>F. crookwellense</i>	1	7	0	0	0
<i>F. culmorum</i>	3	3	0	6	3
<i>F. chlamydosporum</i>	0	2	0	0	0
<i>F. equiseti</i>	8	18	2	3	2
<i>F. graminearum</i>	61	49	87	76	90
<i>F. oxysporum</i> *	2	0	1	0	0
<i>F. poae</i>	6	5	0	4	0
<i>F. proliferatum</i>	0	0	1	0	0
<i>F. sambucinum</i>	6	1	3	0	0
<i>F. semitectum</i>	1	7	1	0	3
<i>F. solani</i>	8	0	0	0	0
<i>F. sporotrichoides</i>	0	0	4	0	0
<i>F. subglutinans</i>	0	3	0	0	0
<i>F. verticilloides</i>	1	0	0	0	0

1: Localidades de La Estanzuela y Young.

2: Dptos de Itapúa, Alto Paraná y Canindeyú.

* Esta especie no es patógena de trigo

Cuadro 4. Recuperación de especies de *Fusarium* predominantes a partir de rastrojo de trigo, cebada, malezas gramíneas y girasol (La Estanzuela, Uruguay, 2001-2002)

Trigo y cebada	Maíz	Malezas gramíneas	Girasol
<i>F. acuminatum</i>*	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. equiseti</i>	<i>F. oxysporum</i>
<i>F. avenaceum</i>	<i>F. subglutinans</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. semitectum</i>
<i>F. culmorum (trigo)</i>	<i>F. verticilloides</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>
<i>F. equiseti</i>		<i>F. subglutinans</i>	
<i>F. filiferum</i>			
<i>F. graminearum</i>			
<i>F. oxysporum</i>			
<i>F. poae (cebada)</i>			
<i>F. trincictum</i>			
<i>F. sambucinum</i>			
<i>F. solani</i>			

* Las especies predominantes están marcadas en negrito

Conclusiones

1. Las especies de *Fusarium* asociadas a la FET son numerosas dependiendo de la región geográfica y sistemas de cultivo predominantes. Sin embargo, las predominantes corresponden a un grupo limitado entre las que se destacan *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti*, y *F. culmorum*.
2. La especie predominante en el Cono Sur es *F. graminearum*.
3. Las especies predominantes en México son *F. avenaceum* y *F. graminearum*

Literatura citada

- Booth, C., 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, Surrey, England. 237 p.
- Nelson, P.E.; Tousson, T.A. and Marasas, W.F.O., 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press. 193 p.
- Parry, D.W.; Jenkinson, P. and McLeod, L., 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals: A review. Plant Pathology 44: 207-223.
- Tousson, T.A. and Nelson, P.E., 1976. A pictorial guide to the identification of *Fusarium* species according to the taxonomic system of Snyder and Hansen. Second edition. University Park: Pennsylvania State University Press. 43 p.

VARIABILIDAD PATOGENICA DE POBLACIONES DE *FUSARIUM* ASOCIADAS A LA FET

La variabilidad en la población de *Fusarium* a nivel local, regional o mundial es uno de los factores importantes que causa diferencias en la clasificación del germoplasma por su nivel de resistencia. O'Donnell et al. (2000) fueron los primeros en proponer una aproximación a la filogenia de *Gibberella zeae* (anamorfo = *Fusarium graminearum*), una de las especies más difundidas como agente causal de la FET. Así, se ha postulado que existen 7 linajes de esa especie conforme a su distribución geográfica: 1) Sudamérica, 2 y 3) Africa, 4) Centro y Sudamérica, 5) Africa, 6) Asia, 7) América del Norte, y 8) Nueva Zelanda.

La expresión de la resistencia a *F. graminearum* es influenciada por las condiciones ambientales (lluvias y temperaturas, principalmente) y la calidad del inóculo utilizado (edad del cultivo, concentración de esporas y aislamientos). En la actualidad, se usa una mezcla de aislamientos altamente virulentos para las pruebas de evaluación de material debido a que se asume que no existen razas "verticales" en la población del parásito. Sin embargo, se han demostrado diferencias significativas entre aislamientos que pueden influenciar la evaluación de resistencia (Mesterhazy, 1997).

Con el fin de entender esta variabilidad, un grupo de muestras de *Fusarium* provenientes de diferentes partes de la región, fueron estudiadas en colaboración con el Dr. Robert Bowden de la Universidad de Kansas, EEUU. Las poblaciones mundiales estudiadas fueron divididas en siete linajes filogenéticos en base a la digitalización vía marcadores AFLP. Las poblaciones de *Gibberella zeae* de origen brasileño y uruguayo correspondieron mayoritariamente al linaje 7 igual que las poblaciones de China y los EEUU. En la mayoría de los casos, los linajes 1 y 2 fueron componentes menores de la población proporcionada por el Cono Sur y el linaje 6 estuvo presente solo en dos poblaciones. Contrariamente, las muestras de México correspondieron mayoritariamente al linaje 3. Sólo en un caso se detectó la presencia del linaje 7.

Es necesario ampliar este trabajo no solo desde el punto de vista de identificar fuentes de resistencia estables para los programas de mejoramiento sino también por la capacidad de distintas poblaciones de producir diferentes toxinas. Aunque los datos preliminares indican la predominancia del linaje 7 en Brasil y Uruguay, es necesario confirmar este dato y también explorar si existe alguna evidencia de interacción con otros linajes en cuanto a su capacidad de producción de toxinas a nivel de campo.

Por otra parte, y con el objeto de explorar, evaluar y confirmar la presencia de interacciones cultivar x aislamiento, CIMMYT México llevó a cabo un ensayo durante el año 2000. Este ensayo incluyó 4 cultivares resistentes (Sumai#3, Frontana, Catbird y Sha#4/Chilero), uno susceptible (Flycatcher) y 8 aislamientos de *F. graminearum*.

El análisis de variancia indicó diferencias altamente significativas entre aislamientos, cultivares y cultivar x aislamiento. Estos resultados confirman la presencia de interacciones y muestran la ocurrencia de variantes del hongo altamente virulentas (aislamiento 1) contrastando con otras muy poco virulentas (aislamientos 7 y 8) (**Cuadro 1**).

Estos resultados plantean la necesidad de intensificar este tipo de estudios cuyas implicancias sobre la detección y caracterización de fuentes de resistencia efectivas son de alta prioridad para los programas de mejoramiento.

Cuadro 1. Proporción absoluta de granos infectados/granos sanos en cuatro variedades resistentes y una susceptible a la FET inoculadas con ocho aislamientos de *F. graminearum* colectados en cuatro regiones diferentes de México. Atizapán, Toluca, México, 2000.

Cultivar	Aislamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sha4/Chil	0.194	0.098	0.096	0.103	0.093	0.135	0.085	0.090
Catbird	0.111	0.060	0.880	0.880	0.054	0.046	0.053	0.062
Sumai#3	0.090	0.046	0.079	0.055	0.053	0.065	0.059	0.054
Frontana	0.055	0.051	0.058	0.035	0.039	0.051	0.039	0.043
Flycatcher	0.210	0.127	0.131	0.132	0.131	0.084	0.108	0.082

Conclusiones

1. La población de *Fusarium graminearum*, una de las principales especies asociadas a la FET, está conformada por variantes geográficas con adaptabilidad a particulares ambientes. El desarrollo de las experiencias conducidas en colaboración con la Universidad de Kansas, EEUU, puso de manifiesto que el linaje predominante en el Cono Sur es el número 7, que coincide con el presente en los EEUU y en China.
2. Las experiencias realizadas en CIMMYT, México, sobre variación patogénica mostraron interacciones fuertes entre cultivares y aislamientos sugiriendo la ocurrencia de variantes con diferentes niveles de agresividad que se comportan como virulentas (quasi-razas) fisiológicas.
3. Estos resultados indican la necesidad de conocer la calidad de inóculo con el que se trabaja en las pruebas de selección de la FET. Asimismo, se confirma la importancia de pruebas multi-locales para la identificación y confirmación de factores de resistencia y su estabilidad.

Literatura citada

O'Donnell, K.; Kistler, H.; Tacke, B.K. and Casper, H.H., 2000. Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium graminearum*, the fungus causing wheat scab. PNAS 97: 7905-7910.

Mesterhazy, A., 1997. Breeding for resistance to *Fusarium* head blight of wheat. In: *Fusarium Head Blight: Global Status and Future Prospects*. H.J. Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves, and A. McNab, eds. México, D.F.: CIMMYT.

PRÁCTICAS DE MANEJO SUPRESIVAS AL DESARROLLO DE LA FET

1. Efectos de fecha de siembra y fertilización nitrogenada sobre la expresión de la Fusariosis de la Espiga del Trigo

La “fusariosis de la espiga de trigo” (FET) es una enfermedad cuyo establecimiento y nivel de desarrollo son altamente dependientes de la ocurrencia de condiciones ambientales predisponentes durante el período de antesis. Así, la ocurrencia de frecuentes precipitaciones, alta humedad relativa y temperaturas de alrededor de 25° C durante el período en que las espigas presentan anteras expuestas, constituyen un ambiente que promueve la liberación de inóculo primario (ascosporas) desde los peritecios presentes en restos vegetales (trigo, maíz, sorgo, malezas gramíneas) y la infección de los tejidos de la espiga a través de las anteras (Francl *et al.*, 1999; Kohli *et al.*, 1996, Reis, 1989). La evolución de la espigazón y de la antesis siguen curvas de progreso con una etapa común de rápido crecimiento durante los primeros 7 a 12 días posteriores al inicio de la espigazón y una etapa de declinación paulatina de las espigas con anteras expuestas que puede durar 20 días o más (Moschini *et al.*, 2002). Las infecciones ocurren casi exclusivamente cuando se establece una sincronía entre la descarga de ascosporas y la exposición de anteras. Para la liberación de inóculo y el establecimiento de una infección efectiva son necesarios un ambiente de alta humedad relativa promovido por lloviznas. El requerimiento de sincronía entre la liberación de inóculo, las anteras expuestas y el ambiente conducho motiva que, cualquier factor que afecte a alguno de ellos, modifique la expresión de la enfermedad. En condiciones de campo, ni el ambiente ni la liberación de ascosporas son manejables, excepto bajo riego suplementario. Contrariamente, la exposición de anteras en un período determinado puede ser modificada indirectamente a través de algunos factores tales como ciclo del cultivar utilizado, fecha de siembra y fertilización. Así, Formento y Visintin (1994) observaron que con una fertilización suplementaria de fosfato diamónico y urea aplicados al macollaje se redujo la severidad de FET en el cultivar ProINTA Federal pero no en el cultivar Klein Chamaco. Por su parte, Teich y Nelson (1984) no encontraron correlación entre dosis de nitrógeno aplicada y desarrollo de la enfermedad. Más tarde, Teich (1987) reportó un efecto supresivo de la fertilización con urea con respecto a nitrato de amonio. Martin *et al.* (1991) observaron un incremento significativo de la enfermedad en trigo asociado a fertilización nitrogenada suplementaria. Fauzzi y Paulitz (1994) reportaron que ni los reguladores de crecimiento ni la fertilización nitrogenada tuvieron efecto significativo sobre la curva de progreso de la FET.

Con el fin de caracterizar el probable efecto supresivo de las fechas de siembra y de la fertilización nitrogenada se realizaron observaciones y se condujeron ensayos en la EEA INTA de Pergamino, Buenos Aires, Argentina, durante las campañas 2000, 2001 y 2002.

1.1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la expresión de la enfermedad

Los respectivos ensayos con variedades de ciclos largos y cortos fueron establecidos en lotes de la Estación Experimental de Pergamino, Buenos Aires, Argentina, con una historia de cultivo trigo/soja, Maíz, Soja y Trigo durante los últimos 5 años. Las parcelas fueron establecidas en un diseño en bloques totalmente aleatorizados en base a un arreglo factorial. Los factores considerados fueron variedad, fertilización (aplicada al surco y como fertilización foliar) y tratamiento fungicida. Las variedades de trigo fueron seleccionadas en base a su comportamiento diferencial (altamente susceptibles y moderadamente resistentes) a la FET.

Las evaluaciones de incidencia (% de espigas afectadas) y severidad (% de espiguillas afectadas/espigas) de FET fueron realizadas en el estado de madurez pastosa de los granos

en 20 espigas tomadas al azar por parcela. Los valores de incidencia y severidad fueron convertidos a un Coeficiente de Infección (CI) integrado por incidencia y severidad ($CI = I * S/100$).

Las condiciones ambientales predominantes durante los años 2000 y 2001 promovieron un desarrollo epidémico moderado y severo, respectivamente

Resultados

1.1.1. Efecto variedad, fertilización nitrogenada y tratamiento fungicida sobre el desarrollo de la FET: Ciclos cortos y largos (Año 2000)

1. Variedades de ciclos cortos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Variedades	Fertilizante (60 unidades de Nitrógeno por hectárea en forma de urea a fin de macollaje)	Fungicida (Carbendazim 50 % a 750 ml/ha en plena floración)
1	ProINTA Elite (S)	0	0
2	ProINTA Elite (S)	0	1
3	ProINTA Elite (S)	1	0
4	ProINTA Elite (S)	1	1
5	ProINTA Federal (MS)	0	0
6	ProINTA Federal (MS)	0	1
7	ProINTA Federal (MS)	1	0
8	ProINTA Federal (MS)	1	1
9	ProINTa Granar (MR)	0	0
10	ProINTa Granar (MR)	0	1
11	ProINTa Granar (MR)	1	0
12	ProINTa Granar (MR)	1	1

S: reacción susceptible

MS: reacción moderadamente susceptible

MR: reacción moderadamente resistente

Cuadro 2. Tabla de análisis de varianza: Coeficiente de infección

Fuente de variación	Significancia estadística
Repetición	NS
Variedad	**
Fertilización	NS
Var*Fert.	**
Fungicida	NS
Var*Fung.	**
Fert.*Fung.	**
Var.*Fert.*Fung.	NS

Cuadro 3. Tabla de análisis de varianza: Rendimientos

Fuente de variación	Significancia estadística
Repetición	**
Variedad	NS
Fertilización	NS
Var*Fert.	NS
Funguicida	**
Var*Fung.	NS
Fert.*Fung.	NS
Var.*Fert.*Fung.	NS

Cuadro 4. Efecto variedad sobre el coeficiente de infección

Cultivares	Coeficiente de infección de FET (%)
PI Elite	18.70 A
PI Federal	18.03 A
PI Granar	11.31 B

ANOVA significativo (*) para variedad
Los tratamientos seguidos de una misma letra no difieren significativamente al 0.05 de probabilidad según la prueba de DMS. DMS 0.05 = 1.018, CV =8.4 %

La variedad PI Granar, de reacción moderadamente resistente, fue menos afectada que las variedades PI Elite y PI Federal, susceptible y moderadamente susceptible, respectivamente (**Cuadro 4**).

Cuadro 5. Efecto variedad*fertilización sobre el coeficiente de infección

Interacción de factores	Coeficiente de infección de FET (%)
PI Elite*Fert. 1	19.00 A
PI Federal*Fert 1	18.90 A
PI Elite*Fert. 0	18.40 AB
PI Federal*Fert. 0	17.20 B
PI Granar*Fert. 0	13.00 C
PI Granar*Fert 1	9.60 D

ANOVA significativo (*) para interacción variedad*fertilización.
Los tratamientos seguidos de una misma letra no difieren significativamente al 0.05 de probabilidad según la prueba de DMS. DMS 0.05 = 1.37, CV =8.4 %

La fertilización promovió un incremento de la FET en las variedades PI Federal y PI Elite pero la redujo en PI Granar (**Cuadro 5**).

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el coeficiente de infección

Interacción de factores	Coeficiente de infección de FET (%)
PI Elite*Fung.0	19.70 A
PI Federal*Fung. 0	18.90 AB
PI Elite*Fung. 1	17.70 BC
PI Federal*Fung. 1	17.10 C
PI Granar*Fung 1	11.90 D
PI Granar*Fung. 0	10.70 D

ANOVA significativo (*) para interaccion variedad*fungicida.
Los tratamientos seguidos de una misma letra no difieren significativamente al 0.05 de probabilidad según la prueba de DMS. DMS 0.05 =1.37, CV =8.4 %

El tratamiento fungicida redujo significativamente el coeficiente de infección en las variedades PI Federal y PI Elite pero no en PI Granar (**Cuadro 6**).

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el coeficiente de infección

Combinación de tratamientos	Coeficiente de infección de FET (%)
Fert. 1*Fung. 1	17.90 A
Fert. 1*Fung. 0	17.10 A
Fert. 0*Fung. 1	14.60 B
Fert. 0*Fung. 0	14.40 B

ANOVA significativo (*) para interaccion Fertilización*fungicida.
Los tratamientos seguidos de una misma letra no difieren significativamente al 0.05 de probabilidad según la prueba de DMS. DMS 0.05 = 1.10, CV =8.4 %

La fertilización promovió un incremento del coeficiente de infección (sin tratamiento fungicida) y el fungicida no alcanzó a controlar ese incremento (**Cuadro 7**).

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre los rendimientos

Factor	Media de rendimientos
Fungicida 0	2570 a
Fungicida 1	2827 b

ANOVA Significativo (*) para factor fungicida, no significativo para variedad, ni fertilización ni interacciones V*Fert, V*Fung, Fert*Fung, V*Fert*Fung. CV= 10.8 %

Sólo el fungicida resultó estadísticamente significativo con una diferencia de casi 300 kg de rendimiento (10 %) a favor de los tratamientos protegidos (**Cuadro 8**).

2. Variedades de ciclos largos

Cuadro 9. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Variedades	Fertilizante (60 unidades de Nitrógeno por hectárea en forma de urea a fin de macollaje)	Fungicida (Carbendazim 50 % a 750 ml/ha en plena floración)
1	ProINTA Guazú (S)	0	0
2	ProINTA Guazú (S)	0	1
3	ProINTA Guazú (S)	1	0
4	ProINTA Guazú (S)	1	1
5	ProINTA Puntal (S)	0	0
6	ProINTA Puntal (S)	0	1
7	ProINTA Puntal (S)	1	0
8	ProINTA Puntal (S)	1	1
9	ProINTa Molinero (MR)	0	0
10	ProINTa Molinero (MR)	0	1
11	ProINTa Molinero (MR)	1	0
12	ProINTa Molinero (MR)	1	1

S: reacción susceptible

MR: reacción moderadamente resistente

Cuadro 10. Tabla de análisis de varianza: Coeficiente de infección

Fuente de variación	Significancia estadística
Repetición	NS
Variedad	**
Fertilización	**
Var*Fert.	**
Fungicida	**
Var*Fung.	**
Fert.*Fung.	**
Var.*Fert.*Fung.	**

Cuadro 11. Tabla de análisis de varianza: Rendimientos

Fuente de variación	Significancia estadística
Repetición	NS
Variedad	NS
Fertilización	**
Var*Fert.	NS
Fungicida	NS
Var*Fung.	NS
Fert.*Fung.	NS
Var.*Fert.*Fung.	NS

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos sobre el coeficiente de infección de FET

Interacción de factores	Coeficiente de infección de FET (%)
PI Puntal*Fert. 1*Fung. 0	26.60 A
PI Puntal*Fert. 1*Fung. 1	22.40 B
PI Guazú*Fert. 1*Fung. 0	19.10 C
PI Guazú*Fert. 0*Fung. 1	16.50 CD
PI Puntal*Fert. 0*Fung. 0	15.90 DE
PI Molinero*Fert. 0*Fung. 0	14.90 DE
PI Molinero*Fert. 1*Fung. 0	14.80 DE
PI Molinero*Fert.1*Fung. 1	13.00 EF
PI Guazú*Fert. 0* Fung. 0	11.40 FG
PI Molinero*Fert. 0*Fung. 1	8.80 GH
PI Puntal*Fert. 0*Fung. 1	6.60 H
PI Guazú*Fert. 1*Fung. 1	6.40 H

ANOVA significativo (*) para interaccion variedad*Fertilización*fungicida.
Los tratamientos seguidos de una misma letra no difieren significativamente al 0.05 de probabilidad según la prueba de DMS. DMS 0.05 = 3.15, CV = 14.9 %

La fertilización promovió un incremento del coeficiente de infección en las variedades susceptibles PI Guazu y PI Puntal. El tratamiento fungicida tuvo efecto sobre las variedades susceptibles tanto con fertilización nitrogenada como sin ella. La variedad moderadamente resistente PI Molinero sólo respondió al tratamiento fungicida sin fertilización nitrogenada complementaria (**Cuadro 9**).

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre los rendimientos

Factor	Media de rendimientos
Fertilización 0	3307 a
Fertilización 1	3779 b

ANOVA Significativo (*) para factor fertilización, no significativo para variedad y fungicida, ni para interacciones V*Fert, V*Fung, Fert*Fung, V*Fert*Fung. CV= 7.09 %

Sólo el tratamiento de fertilización modificó los rendimientos significativamente (**Cuadro 13**).

1.1.2. Efecto variedad, fertilización foliar nitrogenada y tratamiento fungicida sobre el desarrollo de la FET (Año 2001, variedad susceptible PI Puntal))

Cuadro 14. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Fertilización nitrogenada (UAN) vía foliar en equivalentes de kg de N/ha	Tratamiento fungicida (Epoconazol-Carbendazim, 750 ml/ha) en plena antesis
1	0	No
2	15	No
3	30	No
4	45	No
5	60	No
6	0	Si
7	15	Si
8	30	Si
9	45	Si
10	60	Si

Cuadro 15. ANOVA del coeficiente de infección y de los rendimientos

Fuentes de variación	Variables analizadas	
	Coef. de Inf.	Rendimientos
Fungicida	NS	NS
Fertilización	*	NS
Fung. X Fertilización	NS	*

Cuadro 16. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el coeficiente de infección (CI) de FET

Nivel de fertilización	CI (%)
45 kg de N/HA	27.0 A
15 kg de N/HA	26.8 A
30 kg de N/ha	26.3 AB
0 kg de N/ha	25.5 AB
60 kg de N/ha	23.0 B
LSD (0.05)	3.5
CV	5.9

La fertilización nitrogenada vía foliar no modificó el coeficiente de infección excepto para la dosis más alta. Esos tratamientos causaron un marcado efecto fitotóxico que limitó en alguna medida la expresión de la enfermedad (**Cuadro 16**).

Cuadro 17. Efecto de las combinaciones tratamiento fungicida-tratamiento fertilizante sobre los rendimientos

Tratamientos	Rendimientos (kg/ha)
60 kg N – Fungicida	4603 A
30 kg N- Fungicida	4317 B
15 kg N-Fungicida	4257 BC
45 kg N- Fungicida	4222 BC
60 kg N-Sin fungicida	4123 CD
15 kg de N-Sin fungicida	3983 DE
45 kg N- Sin fungicida	3946 E
0 kg de N- Fungicida	3859 E
30 kg de N- Sin Fungicida	3852 E
0 kg de N-Sin Fungicida	3275 F
LSD (0.05)	153.8 kg/ha
CV	1.6 %

Las combinaciones N-F rindieron significativamente más que las que no incluyeron tratamiento fungicida (N-F0), fertilizante nitrogenado (N0-F) o ambos (N0-F0) (**Cuadro 17**).

1.1.3. Evaluación del efecto de fertilizantes foliares y fungicida sobre la expresión de la FET y de los rendimientos. (Año 2001, variedad moderadamente resistente Klein Cacique).

Cuadro 18. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Producto	Dosis / ha
1	Testigo	-----
2	Nitrofoska (10 % N + 4 % P + 7 % K + oligoelementos)	15 l/ha
3	Nitrofoska(10 % N + 4 % P + 7 % K + oligoelementos)	30 l/ha
4	Sulfur (11.3 % N + 30 % S + oligoelementos)	2 l/ha
5	Urea (46 % de N)	15 kg N/ha
6	Urea (46 % de N)	30 kg. N/ha
7	Epoxiconazol 12.5 % + Carbendazim 12.5 %	750 ml/ha

Cuadro 19. Efecto de los tratamientos sobre la incidencia, severidad y coeficiente de infección de la FET y sobre los rendimientos

Tratamientos	Inc (%)	Sev(%)	CI(%)	Rtos (kg/ha)
1. Testigo	56.7 a	30.0 a	17.0 a	1927 c
2. Nitrofoska 15	63.3 a	30.0 a	19.0 a	1930 c
3. Nitrofoska 30	70.0 a	30.0 a	21.0 a	1859 c
4. Sulfur	66.7 a	21.0 a	20.7 a	2589 a
5. Urea 15	60.0 a	26.6 a	16.3 a	2201 b
6. Urea 30	63.3 a	33.3 a	21.3 a	2256 b
7. Funguicida	43.3 a	23.3 a	10.3 a	2629 a
CV (%)	17.4	18.1	29.4	6.5
DMS (0.05)	NS	NS	NS	252.1

*: Los tratamientos seguidos de una misma letra no difieren significativamente según la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

Ninguno de los tratamientos con fertilizantes (redujo) modificó significativamente los niveles de severidad, incidencia y coeficiente de infección de la FET. Cabe mencionar, sin embargo, que en el tratamiento con la formulación a base de Azufre, Nitrógeno y oligoelementos, pudo observarse una ligera reducción de la severidad (**Cuadro 19**).

Los tratamientos con la formulación fertilizante a base de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y oligoelementos no fueron asociados a incrementos significativos del rendimiento. Contrariamente, todos los otros tratamientos modificaron positivamente la expresión de los rendimientos.

Las observaciones realizadas en las experiencias conducidas durante el año 2000 mostraron que la fertilización promovió un aumento del coeficiente de infección en los cultivares susceptibles pero no en los moderadamente resistentes y que, en el caso particular del cultivar precoz moderadamente resistente analizado, lo redujo significativamente. En los experimentos realizados durante el año 2001 con fertilización vía foliar aplicada en el estado de espigazón y usando respectivamente un cultivar susceptible y uno moderadamente resistente, tampoco se observaron diferencias en la expresión de la enfermedad.

1.2. Efecto de la fecha de siembra sobre la expresión de la enfermedad

En un estudio de casos (46) que involucró observaciones de 3 años (2000, 2001 y 2002) en ensayos conducidos en la EEA INTA de Pergamino, Buenos Aires, Argentina, 2 niveles de

desarrollo epidémico (moderado y severo), 26 cultivares de trigo, 3 niveles de resistencia (susceptible, moderadamente susceptible y moderadamente resistente), 2 tipos de ciclo (largo y precoz), y fechas de siembra con 20 días de diferencia, se determinaron las diferencias en días de las fechas de antesis para las dos fechas de siembra y en porcentajes en el coeficiente de infección de la FET.

Resultados

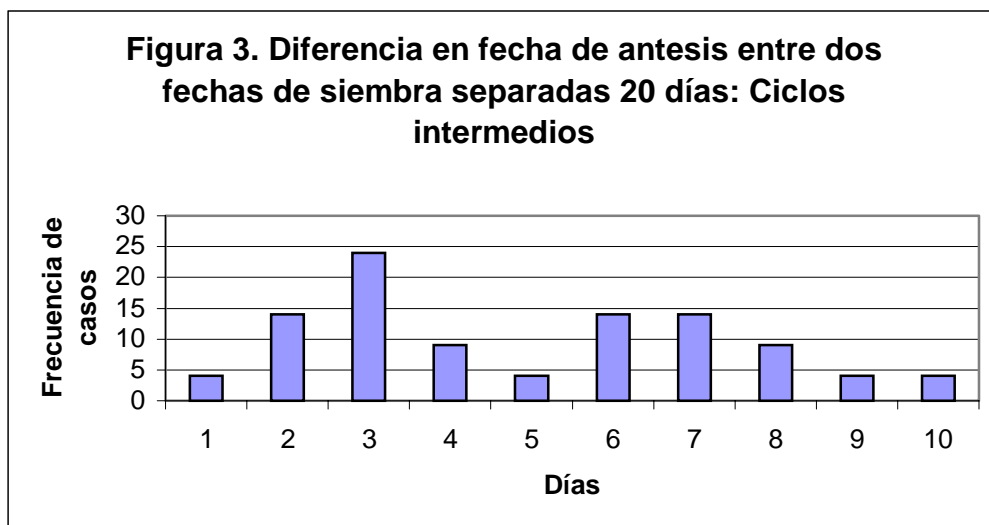
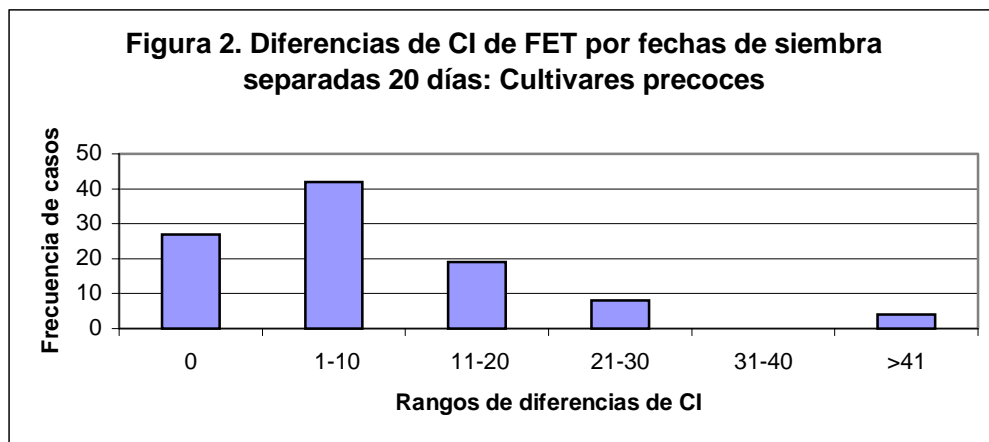
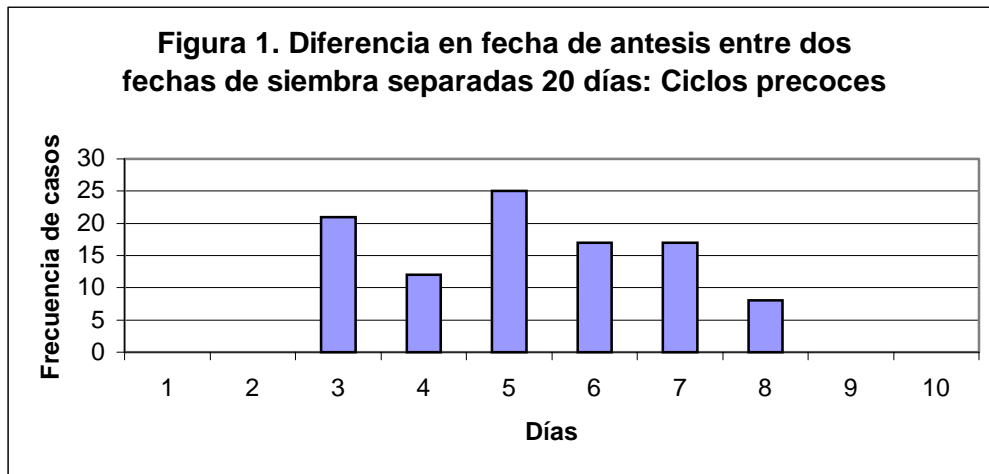
El análisis de este estudio de casos puso de manifiesto que la modificación en las fechas de antesis tuvo un rango más limitado en cultivares de ciclo precoz que en largos, que el efecto sobre la expresión de la enfermedad fue aleatorio y que cuando fue supresivo, su valor relativo fue bajo (10-20 % de reducción del coeficiente de infección (**Cuadro 20** y **Figuras 1 a 4**).

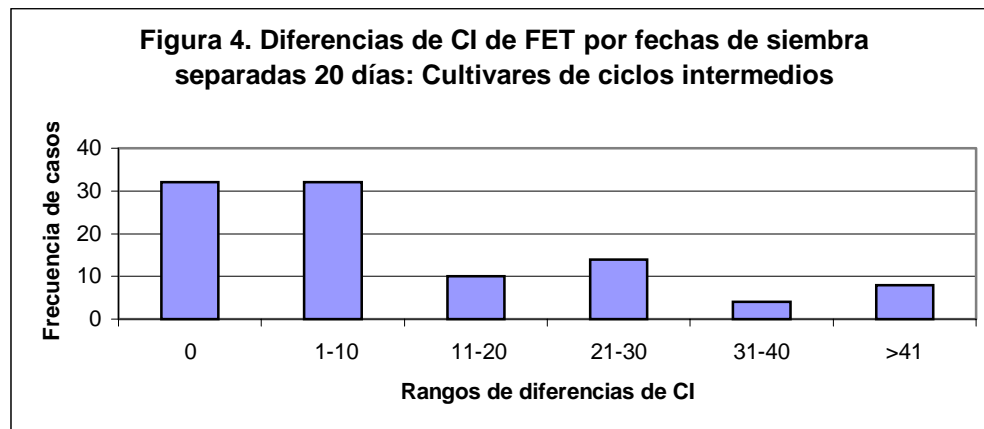
Concluyendo, tanto la fecha de siembra cuanto el empleo de tratamientos con fertilizantes pueden inducir modificaciones en el nivel de intensidad de síntomas de FET, incrementando, reduciendo o no modificándolo, su efecto parecería estar más relacionado con cambios en la dinámica de exposición de anteras que en la relación hospedante-patógeno y, cuando actúan en forma supresiva, son de baja eficiencia de control relativa y altamente aleatorios.

Cuadro 20. Diferencia en fechas de antesis y niveles de coeficiente de infección de la FET en particulares combinaciones variedad-año que difieren en 20 días de fecha de siembra. INTA Pergamino, Argentina.

Cultivar	Ciclo	Nivel de Resistencia*	Año	Epidemia	Diferencia de antesis (días)	Diferencia de CI (%)
ACA 223	Interm	3	2002	Moderada	3	1
ACA 301	Interm	1	2001	Severa	6	81
B. Brasil	Precoz	2	2001	Severa	5	0
B. Chambergó	Precoz	1	2001	Severa	3	6
B. Chambergó	Precoz	1	2000	Moderada	3	5
B. Farol	Interm	2	2002	Moderada	4	4
B. Guapo	Interm	3	2001	Severa	8	0
B. Guapo	Interm	3	2002	Moderada	3	0
B. Guapo	Interm	3	2000	Moderada	5	0
B. Halcón	Precoz	1	2001	Severa	5	41
B. Halcón	Precoz	1	2000	Moderada	6	6
B. Panadero	Interm	2	2001	Severa	3	14
B. Panadero	Interm	2	2002	Moderada	4	2
B. Panadero	Interm	2	2000	Moderada	7	8
B. Pronto	Precoz	1	2001	Severa	3	16
B. Pronto	Precoz	1	2000	Moderada	7	4
B. Raudal	Precoz	1	2001	Severa	8	12
B. Yatasto	Interm	2	2001	Severa	7	38
B. Yatasto	Interm	2	2000	Moderada	9	5
C. Liquen	Interm	2	2002	Moderada	1	23
C. Nahuel	Interm	2	2001	Severa	2	23
C. Nahuel	Interm	2	2000	Moderada	10	1
K. Escudo	Interm	2	2002	Moderada	3	23
K. Sagitario	Interm	3	2002	Moderada	2	0
PI Cauquen	Interm	1	2000	Moderada	7	3
PI D. Humberto	Precoz	2	2001	Severa	3	12
PI D. Humberto	Precoz	2	2002	Moderada	5	0
PI D. Humberto	Precoz	2	2000	Moderada	5	0
PI Elite	Precoz	1	2002	Moderada	6	21
PI Elite	Precoz	1	2000	Moderada	7	3
PI Gaucho	Precoz	2	2001	Severa	6	22
PI Gaucho	Precoz	2	2002	Moderada	7	4
PI Gaucho	Precoz	2	2000	Moderada	8	3
PI Granar	Precoz	3	2001	Severa	4	0
PI Granar	Precoz	3	2000	Moderada	5	0
PI Imperial	Precoz	1	2001	Severa	3	9
PI Imperial	Precoz	1	2000	Moderada	5	3
PI Imperial	Precoz	1	2002	Moderada	4	14
PI Molinero	Interm	3	2002	Moderada	3	0
PI Oasis	Interm	1	2001	Severa	8	0
PI Puntal	Interm	1	2001	Severa	6	50
PI Puntal	Interm	1	2002	Moderada	2	18
PI Puntal	Interm	1	2000	Moderada	6	0
PI Quintal	Precoz	2	2001	Severa	4	4
PI Quintal	Precoz	2	2000	Moderada	7	0
R. Plus 14	Precoz	1	2002	Moderada	6	18

* 3: Moderadamente resistente 2: Moderadamente susceptible 1: Susceptible





2. Control químico

Objetivo: con el fin de mejorar el nivel de eficiencia de control de la FET se evaluaron varias combinaciones de compuestos fungicidas-momentos de aplicación- picos aplicadores durante los años 2001 y 2002. Las experiencias fueron conducidas en el campo experimental de “La Estanzuela”, Uruguay. Las variantes que se analizaron incluyeron:

Dos compuestos fungicidas: 1) tebuconazol (Folicur); y 2) metconazol (Caramba).

Tres (3) momentos de aplicación: 1) inicio de floración (Z61); 2) plena floración (Z69); y 3) doble aplicación (Z 61 y Z 69).

Tres combinaciones de picos asperjadores: 1) proyección en cono hueco; 2) proyección en doble abanico a 0° con respecto al eje vertical; y 3) proyección en abanico a 30° con respecto al eje vertical.

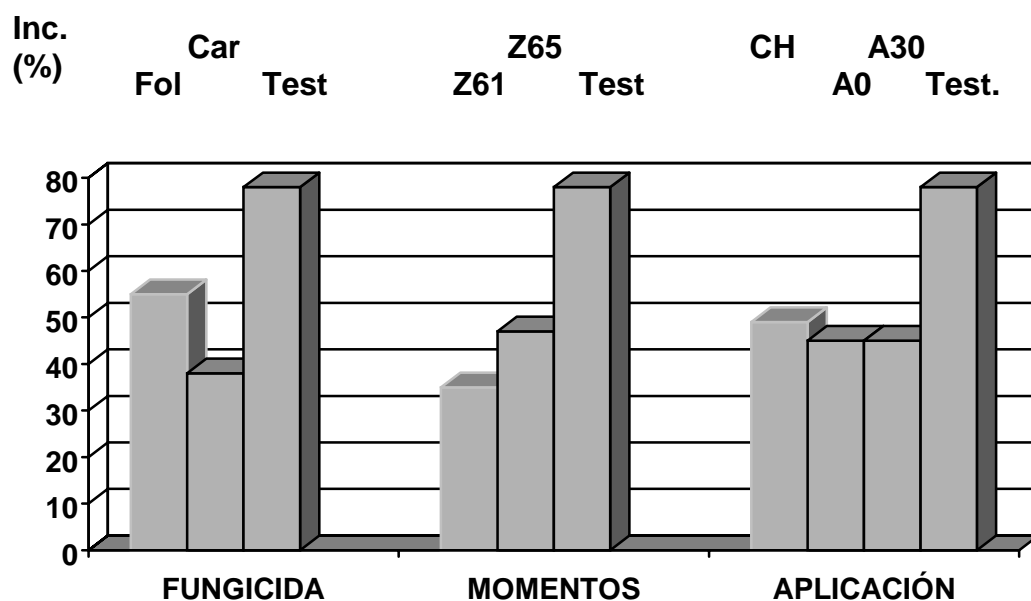
Dos cultivares: INIA Mirlo y Estanzuela .

Las evaluaciones consideraron la incidencia y el coeficiente de infección.

Resultados

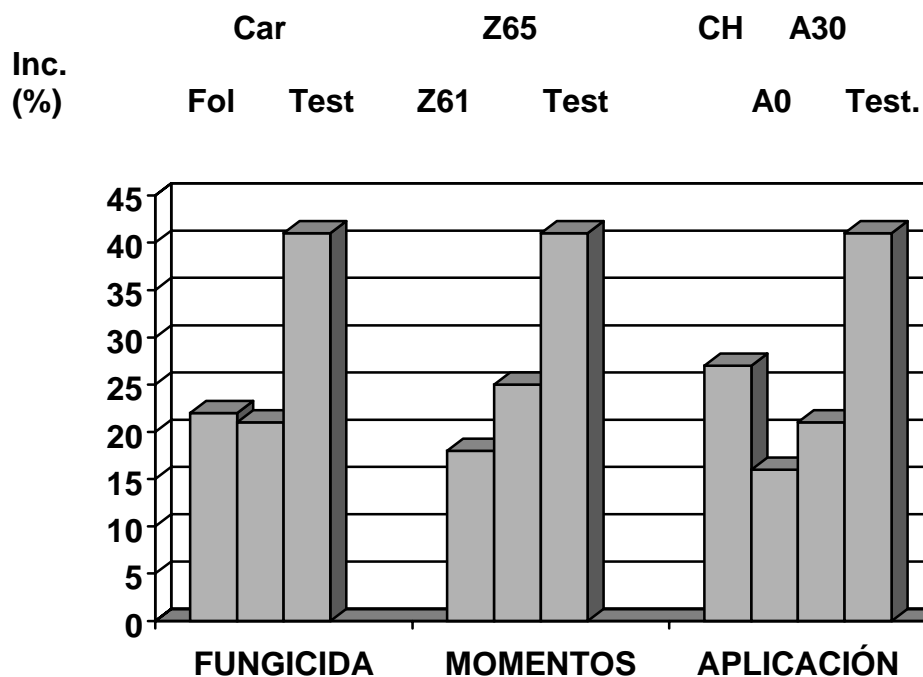
Los resultados pusieron de manifiesto que los mejores niveles de eficiencia de control se lograron con el fungicida metconazol a una dosis de 1l/ha de formulación, en aplicaciones realizadas a inicios de floración y con picos de proyección en abanico. (**Figs 5 y 6**)

Fig. 5. Incidencia (%) de FET según fungicidas, momentos de aplicación y tipos de picos. Cultivar INIA Mirlo, Año 2001.



Fol: Folicur (tebuconazol), Car: Caramba (metconazol), Test.: Testigo
 Z61: Inicio de floración, Z65: Plena floración, CH: Pico proyección en cono hueco
 A0: Pico proyección en abanico 0°, A30: Pico proyección en abanico 30 °,

Fig. 6. Incidencia (%) de FET según fungicidas, momentos de aplicación y tipos de picos. Cultivar INIA Mirlo, Año 2002.



Fol: Folicur (tebuconazol), Car: Caramba (metconazol), Test.: Testigo
 Z61: Inicio de floración, Z65: Plena floración, CH: Pico proyección en cono hueco
 A0: Pico proyección en abanico 0°, A30: Pico proyección en abanico 30 °

Literatura citada

Fauzzi, M.T. and Paulitz, T.C., 1994. The effect of plant regulators and nitrogen on Fusarium head blight of the spring wheat cultivar Max. *Plant Dis.* 78: 289-292.

Formento, N. y Visintin, G., 1994. Efecto de la fertilización sobre la incidencia y severidad del golpe blanco de la espiga (*Fusarium graminearum*) en trigo. Sanidad. IV Congreso Nacional de Trigo y I Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-invernal. Dpto. de Agronomía de U.N. del Sur y AIANBA. 26-28 de octubre de 1994. Bahía Blanca, Buenos Aires. pp.: 211-212.

Francl, L.; Shaner, G.; Bergstrom, G.; Gilbert, J.; Pedersen, W.; Dill-Macky, R.; Sweets, L.; Corwin, B.; Jin, Y.; Gallenberg, D. and Wiersma, J., 1999. Daily inoculum levels of *Gibberella zeae* on wheat spikes. *Plant Dis.* 83: 662-666.

Kohli, M.M. ; Annone, J.G. y Galich, M.T.V. de, 1996. Fusariosis de la espiga del trigo y su manejo. *In: Kohli, M.M., Annone, J.G. y García, R. (eds.). Las enfermedades del trigo en el Cono Sur. Curso de Manejo de Enfermedades del Trigo. Pergamino, Buenos Aires, Argentina, 29 al 31 de agosto de 1995. pp.: 164-189.*

Martin, R.A.; MacLeod, J.A. and Caldwell, C., 1991. Influences of production inputs on incidence of infection by *Fusarium* species on cereal seed. *Plant Dis.* 75: 784-788.

Moschini, R.C.; Galich, M.T.V. de; Annone, J.G. y Polidoro, O., 2002. Enfoque fundamental-empírico para estimar la evolución del índice de *Fusarium* en trigo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 31 (3): 39-53.

Reis, E. Melo, 1989. Fusariosis: Biología y Epidemiología de *Gibberella zeae* en trigo. *In: M.M. Kohli (ed.). Taller sobre fusariosis de la espiga de trigo en América del Sur. México, D.F.: CIMMYT. pp.: 97-102.*

Teich, A.H. and Nelson, K., 1984. Survey of *Fusarium* Head Blight and possible effects of cultural practices in wheat fields in Lambton county in 1983. *Can. Plant Dis. Surv.* 64: 11-13.

Teich, A.H., 1987. Less scab with urea than with ammonium nitrate fertilizer. *Cereal Res. Commun.* 15:35-38.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LOS CULTIVARES PERTENECIENTES AL VIVERO INTERNACIONAL DE RESISTENCIA A FUSARIOSIS DE LA ESPIGA DE TRIGO (VIRFET), MEDIANTE MICROSATÉLITES

En este proyecto se propuso como objetivo la caracterización molecular de una colección de 18 cultivares que presenta distinto grado de resistencia (/sensibilidad) a *Fusarium* utilizando microsatélites. Para ello se seleccionaron doce loci de microsatélites localizados en regiones del genoma involucradas en la resistencia a *Fusarium*.

Cromosoma 3B: Presenta un QTL importante, flanqueado por los usats Xgwm533.1 y Xgwm493 proveniente de Sumai 3 que llega a explicar hasta el 60% de la resistencia a *Fusarium*. La entrada REMUS/CM 82036 presentó los mismos alelos que la variedad Sumai3 para ambos microsatélites. El tamaño de dichos alelos en pares de bases es de 144 (Xgwm533.1) y 202 (Xgwm493), respectivamente. La entrada SW89-5124*2/FASAN presentó el mismo alelo de Sumai 3 sólo para el locus Xgwm493 (202 bp). Cuatro entradas presentaron el alelo de Sumai para el locus Xgwm493 (202 bp). Estas son: SHA7//PRL/VEE#6, KLEIN ATLAS, CARGILL TRIGAL 706, y SODAT/SUM3//NG8201/NING8647.

Otras fuentes de resistencia a *Fusarium* citadas en la bibliografía y evaluadas en este proyecto fueron los cromosomas 2A, 4A, 7B, 7D, 6A, 5AL y 5AS, para los cuales se analizaron los microsatélites Xgwm359-2A, Xgwm160-4A, Xgwm46-7B, Xgwm44-7D, Xgwm570-6AL, Xgwm186-5A, Xgwm304, respectivamente.

Metodología utilizada

Extracción de DNA

Se realizaron las extracciones de DNA a partir de material fresco de hojas de 5 plantas de cada una de las 118 entradas de la colección de cultivares de trigo recibida, pertenecientes al Vivero Internacional de Resistencia a Fusariosis de la Espiga de trigo (VIRFET) y que constituye la base para los trabajos del proyecto "Desarrollo de Tecnologías para el Manejo Integrado de la Fusariosis de la Espiga del Trigo - FONTAGRO".

Las extracciones se llevaron a cabo según Shangai-Marroof *et al.* (1984), modificado para pequeños volúmenes (Sacco, *pers comm.*).

Mediante medición espectrofotométrica se realizó la cuantificación de los ADN extraídos y para el control de la integridad del mismo se sembraron 2 µl de cada una de las muestras en geles de agarosa 0,8 % con bromuro de etidio (0,1 µg/µl), TAE 1X. La electroforesis se llevó a cabo a 4,5 V/cm (corriente constante) durante 1 h. Se visualizaron en un transiluminador de luz UV

Análisis mediante microsatélites

Las reacciones de amplificación (PCR) se llevaron a cabo en una termocicladora Perkin Elmer (modelo 480, EUA), con las temperaturas de apareamiento ("*annealing*") según Röder (1998) La concentración final de los diferentes reactivos usados en las reacciones de PCR fueron: 200 µM de dNTPs, 1,5 mM Mg⁺⁺ (3 mM), 100 nM de cada primer, 0,5 U Taq-polimerasa, y 25 ng de ADN como templado en un volumen de reacción de 12 µl.

Los productos de amplificación se separaron en geles desnaturalizantes de policrialamida 6% (19:1 acrilamida: bis-acrilamida) con separadores de 0,4 mm, a 40 Watts durante 2 horas

30 minutos y se detectaron mediante tinción con nitrato de plata, de acuerdo al protocolo de Tinción con Plata para Secuenciación de Promega Biotech (EUA).

La evaluación de los resultados se llevó a cabo manualmente, mediante la visualización de las bandas en un transiluminador de luz blanca. La estimación del tamaño de los alelos en pares de bases se realizó mediante la comparación de la migración relativa de un estándar de peso molecular conocido (25 pb DNA Ladder (Life Technologies -Gibco BRL- EUA) por medio del método de Elder y Southern (1987), empleando el programa de computación *ad hoc* creado en el laboratorio por el Dr. Jorge Dubcovsky.

Estimación del nivel de polimorfismo

El contenido de información polimórfica (PIC) de los marcadores empleados se calculó según la fórmula de Anderson (1993): $PIC_i = 1 - \sum_{j=1}^n p_{ij}^2$, donde p es la frecuencia del alelo j para el marcador i .

Resultados

Se realizó el análisis de las variantes alélicas de los microsatélites citados en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Variantes alélicas de los microsatélites analizados para resistencia a la FET

Locus	Microsatélite	Localización cromosómica
<i>Xgwm533-3B</i>	wms533	3B
<i>Xgwm493-3B</i>	wms493	3B
<i>Xgwm160-4A</i>	wms160	4A
<i>Xgwm261-2D</i>	wms261	2D
<i>Xgwm46-7B</i>	wms46	7B
<i>Xgwm120-2B</i>	wms120	2B
<i>Xgwm304-5A</i>	wms304	5A
<i>Xgwm44-7D</i>	wms44	7D
<i>Xgwm359-2A</i>	wms359	2A
<i>Xgwm186-5A</i>	wms186	5A
<i>Xgwm570-6AL</i>	wms570	6AL
<i>Xgwm508-6B</i>	wms508	6B

En el **Cuadro 2** se indican las distintas entradas de la colección y los alelos correspondientes a cada locus evaluado. En el **Cuadro 3** se indican en pares de bases el tamaño de los alelos correspondiente a cada locus.

Buerstmayr (2002) identifica en una población derivada de Remus x CM-82036 un QTL flanqueado por los microsatélites *Xgwm533* y *Xgwm493* localizados en el cromosoma 3B, el cual explica el 60% de la variación fenotípica para el carácter de resistencia. Estos resultados coinciden con trabajos anteriores de Zhou (2002) y Anderson (2000) quienes lo localizan en la misma región del cromosoma 3BS, utilizando dos poblaciones segregantes. En todos estos trabajos la resistencia deriva de Sumai3. La variación explicada en cada uno de los trabajos varía pero la región cromosómica portadora de la resistencia es la misma. El microsatélite

Xgwm533 está asociado al gen *Yr15* que confiere resistencia a roya estriada (*Fahima et al* 1997).

La entrada REMUS/CM 82036 presenta los mismos alelos que la variedad Sumai3 para ambos microsatélites que flanquean el QTL *Xgwm533.1* y *Xgwm493*. El tamaño de dichos alelos en pares de bases es de 144 y 202 respectivamente.

La entrada SW89-5124*2/FASAN presenta el mismo alelo de Sumai 3 sólo para el locus *Xgwm493* (202 bp).

Cuatro son las entradas que presentan el alelo de Sumai 3 sólo para el locus *Xgwm533* (144 bp). Estas son: SHA7//PRL/VEE#6, KLEIN ATLAS, CARGILL TRIGAL 706, y SODAT/SUM3//NG8201/NING8647.

Las entradas CEP24/PF87107//PVN/ANI'S y CHAT'S/CEP7780//PRL'S/BOW'S amplifican únicamente una banda de 90 bp que corresponde al locus *Xgwm533.2*. (Anderson et al 2001) el cual no segrega conjuntamente con la resistencia a *Fusarium* en una de las poblaciones ensayadas en su trabajo.

El segundo QTL detectado por Buerstmayr (2002) está asociado al microsatélite *Xgwm304* y localizado en el cromosoma 5A. La resistencia también provendría de Sumai3. El testigo de Sumai3 que se utilizó presenta dos bandas una de 200 bp y otra de 224 bp. En la bibliografía no se cita el tamaño de banda esperado. Una sola entrada de la colección "CEP24" presentó el mismo patrón de amplificación. 24 entradas presentan la banda de 200 bp y 4 entradas, la de 224 bp. Además este microsatélite se encontró asociado a resistencia a oídio en planta adulta (*Liu et al* 1998).

También en el cromosoma 5A pero en el brazo largo, Gervais et al 2003, describen otro QTL. Para caracterizar esta parte del cromosoma se analizó el locus *Xgwm186-5A*. En este caso la resistencia proviene del cultivar europeo "*Renan*" y se desconoce el tamaño del mismo.

Zhou (2002) encuentra una asociación significativa con la resistencia a *Fusarium* a través de 4 generaciones de la población de mapeo (Ning7840 x Clark) con el microsatélite *Xgwm120* localizado en el cromosoma 2BL. La resistencia también provendría de Sumai3. A su vez este microsatélite se halló asociado al gen *Lr13* que confiere resistencia a la roya de la hoja (*Seyfarth et al* 1998).

El QTL hallado por Shen et al 2003 predice un 12.1% de la varianza fenotípica de la resistencia a *Fusarium* en el cromosoma 2D. Un extremo de este QTL está flanqueado por el locus de microsatélite *Xgwm261-2D*. En este trabajo se sugiere que la resistencia es aportada por el padre moderadamente susceptible, el cultivar "*Alondra*"; utilizado en el cruzamiento. En este mismo trabajo se localiza otro QTL en el cromosoma 6B que junto con el anterior explican un 36.3% de la resistencia. Para este cromosoma se analizó el microsatélite *Xgwm508-6B*.

Otros cromosomas citados en la bibliografía son el 2A, 4A, 7B, 7D y 6A para los cuales se analizaron los microsatélites *Xgwm359-2A*, *Xgwm160-4A*, *Xgwm46-7B*, *Xgwm44-7D*, *Xgwm570-6AL*, respectivamente.

Conclusiones

1- De los 12 *loci* evaluados, el más significativo en función de ser capaz de explicar el mayor porcentaje de la varianza fenotípica de la resistencia a *Fusarium* es el presente en el cromosoma 3B, flanqueado por los microsatélites *Xwms493* y *Xwms533*.

2- Este QTL proveniente de Sumai3 puede ser incorporado en cualquier germoplasma siempre y cuando cumpla con el requisito de presentar alelos diferentes a Sumai 3 para los microsatélites *Xwms493* y *Xwms533*.

3- Sería útil desarrollar poblaciones de mapeo de fuentes locales de resistencia a *Fusarium* de la región, diferentes a Sumai 3, con la perspectiva de desarrollar marcadores moleculares asociados a ellas. Estos marcadores podrían utilizarse para piramidizar diferentes fuentes de resistencia a *Fusarium* en un germoplasma en común como estrategia para la obtención de altos niveles de resistencia a este patógeno.

Literatura citada

Anderson, J.A.; Stack, R.W.; Liu, S.; Waldron, B.L.; Fjeld, A.D.; Coyne, C.; Moreno-Sevilla; Mitchell, Fetch; Song, Q.J.; Cregan, P.B.; Froberg, R.C., 2001. DNA markers for *Fusarium* head blight resistance QTLs in two wheat populations. *Theor Appl Genet* 102: 1164-1168.

Anderson, J. A.; Churchill, G. A.; Autrique, J.E.; Tanksley, S. D. and Sorrells, M. E., 1993. Optimizing parental selection for genetic linkage maps. *Genome* 36: 181-186.

Buerstmayr, H.; Lemmens, M.; Hartl, L.; Doldi, I.; Steiner, B.; Stierschneider, M.; Ruckenbauer, 2002. Molecular mapping QTLs for *Fusarium* head blight resistance in spring wheat. I. Resistance to fungal spread (Type II resistance).

Elder, J.K.; Southern, E.M., 1987. Computer –aided analysis of one dimensional restriction fragment gels. *Restriction Fragment Gels*. Chapter 7. pp.: 165-172.

Fahima, T.; Chague, V.; Sun, G.; Korol, A.; Ronin, Y.; Röder, M.; Grama, A. and Nevo, E., 1997. Identification and potential use of PCR markers flanking the *Triticum Diccocoides*-derived stripe rust resistance gene *Yr15* in wheat. 5th Int. Congr. Plant Mol. Biol., 21-27 Sept. 1997, Singapore, Abstr. 249.

Gervais, L.; Dedryver, F.; Morlais, J.Y.; Boduseau, V.; Negre, S.; Bilous, M.; Groos and Trottet, M. T., 2003. *Theor Appl Genet* 106:961-970.

Liu, S.; Griffey, C.A. and Saghai-Marooof, M.A., 1998. Preliminary report on molecular marker analysis of adult plant resistance to powdery mildew in winter wheat Massey. *In: AE Slinkard (ed.) Proc. 9th Int. Wheat Symp., Vol.3, 132-134. Univ. Extension Press. Univ. Saskatchewan, Saskaton.*

Röder, M. S.; Korzum, V.; Wendehake, K.; Plaschke, J.; Tixier, M.; Leroy, P. and Ganal, M.W., 1998. A wheat microsatellite map of wheat. *Genetics* 149 (4): 2007-2023.

Saghai-Marooof, M.; Soliman, K.; Jorgensen, R.; Allard, R., 1984. Ribosomal DNA sapacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* (81), 8014-8018.

Seyfarth, R.; Feuillet, C. and Keller, B., 1998. Development and characterization of molecular markers for adult leaf rust resistance genes *Lr13* and *Lr35* in wheat. *In: AE Slinkard (ed.) Proc. 9th Int Wheat Symp., Vol.3, 154-155. Univ. Extension Press. Univ. Saskatchewan, Saskaton.*

Yu, Y.J., 1991. Genetic analysis of scab resistance in five wheat varieties PHJZM, HHDTB, CYHM, YGFZ and WN2. *Acta Agronómica Sínica* 17(4): 248-254.

Zhou, W.; Kolb, F.L.; Bai, G.; Shaner, G.; Domier, L., 2002. Genetic Analysis of scab resistance QTL in wheat with microsatellite and AFLP markers. *Genome* 45: 719-727.

Martin, R.A. and Johnson, H.W., 1982. Effects and control of *Fusarium* diseases of cereal grains in the Atlantic Provinces. *Can. J. Plant Pathol.* 4: 210-216.

Xu, Y.G.; Chen, L.F., 1993. Wheat Scab: Theory and Practice on Control. Jiangsu Science and technology publishing House, Nanjing.

Cuadro 2: Alelos de cada microsatélite obtenido para las líneas del VIRFET

Ent	Cruza	wms 304	wms 120	wms 493	wms 533	wms 44	wms 160	wms 186	wms 570	wms 261	wms 46	wms 359	wms 508
1	KLEIN ATLAS (TESTIGO MOD. RES)	1	3	2	8	1	1	1	5	1	5	1	2
2	CARGILL TRIGAL	1	6	2	8	6	2	1	3	1	6	1	2
3	COOPERACION CABILDO	1	3	2	3	2	2	1	5	1	5	3	1
4	LA PAZ INTA	6	2	2	3	6	2	1+3	4	1	7	1	1
5	BUCK CHARRUA	1	3	2	6	1	1	1	2	5	5	3	3
6	KLEIN CACIQUE	1	3	1	3	1	1	6	3	1+3	1	1	1
7	PROINTA GRANAR	1	1	1	3	3	2	1	5+3	3	1	1	1
8	KLEIN PEGASO	1	3	2	3	1	1	6	3	3	1	2	1
9	TEZANOS PINTO PRECOZ	1	4	1	4	3	2	2	2	4	1	1	1
10	KLEIN DON ENRIQUE	7	3	2	4	4	2	1	8	1	4	4	1
11	KLEIN VOLCAN	1	2	2	3	3	1	6	5	1	1	3	1
12	BNAM/CNAT//PATO R/CAL/3/7C//BB/CNO67	1	2	2	4	6	6	6	4	1	1	1	1
13	NAD//BB/INIA	9	2	2	3	6	2	5	3	1	1	7	1
14	CC/PTES	8	5	1	3	4	2	1	1	1	na	1	1
15	BOW'S/NOBEOKA BUZU//CEP75203/VEE'S	2	4	2	3	7	1	1	2	1	1	2	1
16	BOW'S/PEKIN 8//PEL 73007/VEE'S	na	3	1	3	7	1	1	2	2	1+7	2	2
17	LAJ1409/LA PAZ INTA/PF 7815/LAJ 2079	2	4	4	1	6	2	1	2	na	6	1	1
18	VILELA SOL/NOBEOKA BOZU//PEL73101/LAS ROSAS INTA	6	4	1	4	6	1+4	1	4	1	7	7	1
19	KLAT/PEL74142//LRI/NYUBAI/3//KLAT/C EP75203//LAJ1409/PF7815	1	2	3	4	5	2	2	5	1	2	2	1
20	LAS ROSAS INTA/LAJ1409//LAJ1409/NOBEOKA BOZU	7	2	3	4	6	2	1	4	3	1	2	1
21	PROINTA OASIS (TESTIGO SUSCEP.)	9	3	2	4	5	2	6	5	1	4	1+3	1
22	CEP85128/4//CEP7593//CEP7887/3//PEL7 8380//ATR71//BOW'S	1	2	1	3	1	2	2	4	1	1	7	1
23	CEP14//CEP83141/3//BUC/PVN//BR14	1	4	1	3	2	2	6	3	1	1	1	1
24	BAU'S//CEP87103//CEP14	9	3	1	3	1	1	3	4	1+2	1	?	2
25	BR32//ITAPUA 35	1	3	1	3	3	3	4	6	2	6	7	1
26	CEP14//BR34//CEP857//SHANGHAI 3	1	4	1	3	3	2+4	2	4	1	6	1	2
27	CEP24//EMBRAPA27	1	3	1	3	3	2	2	4	2	3	7	1
28	CEP8466//BJY'S//JUP/3//CEP14/4//BR23	3	3	3	3	3	2	6	na	1	1	1	1
29	BR18//CEP8927	2	4	1	3	6	3	6	3	1	5	5	1
30	CEP24//EMBRAPA27	1	3	1	3	3	2	2	6	1	3	7	1
31	CEP24//PF87107//P/AN/ANI'S	1	2	2	3 ^l locus2: 90bp	6	2	2	3	1	5	1	1
32	CEP27//PF85229//BR35//MILAN	9	3	2	3	3	3	6	6	1	1	7	1
33	CEP8880/3//BOW'S//BUC'S//BUL'S//4/ EMBRAPA27	3	3	2	3	4	6	6	4	1	6	1	1
34	FASAN//EMBRAPA27//CEP24	2+5	4	1	3	1	2	6	3	1	6	2	1
35	PF869114//CEP8749//CURINDA'S//YAV	2	4	1	3	1	1	2	5	1	1	2	1

36	VEE S /CEP7780//THB S /3/BR43/4/CEP19/CEP8933	1	4	1	3	1	3+5	1+2	3	1	6	2	1
37	CEP8880/3/BOW S //BUC S /BUL S /4/EMBRAPA27	2	4	1	4	3	1	1	3	1	6	2	1
38	EMBRAPA 27/CEP24/3/BUC S /FCT S //PF85229	1	4	1	3	1	6	2	3	1	5	1	1
39	CNO79//PF70354/MUS S /3/CEP8979/4/PF859238	0	3	2	3	6	2	2	2	1	5	1	1
40	EMBRAPA27/CEP8818	2	3	1	3	3	2	2	5	1	1	2	2
41	CEP24	1+8	3	1	3	1	2	2	5	1+2	6	7	1
42	FRONTANA (TESTIGO MOD. RES)	1	3	1	3	5	2	4	3	1	3	1	2
43	CORYDON	6	4	2	3	3	1	6	4	1	1	1	1
44	CHUM18//JUP/BJY	2	1	2	3	4	1+3	3	2	4	1	3	1
45	SHA4/CHIL	2	3	2	7	4	6	4	5	1	1	1	1
46	DUCULA//GEN/BAYA	2	3	2	3	3	1	6	2	1	1	2	1
47	SHA4/4/CAR853/COC//VEE/3/BOW/5/BEIJING89 1941	2	2	2	3	4	2	6	2	1	6	1	1
48	MJI//GLEN//TRT/3/DUCULA/4/TNNU	3	3	1	2	6	1	3	2	na	1	1	1
49	PASA/MILAN//MILAN	5	4	2	5	3	2	6	3	1	1	1	1
50	PASA*2//ALD/COC	9	3	2	3	3	3	6	6	1	1	7	1
51	PSN/BOW/4/MAYA/NAC/3/RPB14.68/PV N//PHO/5/MUNIA	3	3	2	3	4	6	6	4	1	6	2	1
52	TNNU/MILAN//ATTILA	2	3	2	3	5	1	6	3	1	7	3	1
53	CLC89/MILAN//MILAN	na	4	2	5	5	1	1	3	1	na	1	2
54	TODY/MILAN//BAU	na	3	1	3	5	1	3	3	1	6	1	1
55	GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW/5/TNNU /6/BAU	2	3	1	3	1	1	5	2	1	1	2	1
56	BR14/CEP847	2	4	1	3	4	4	6	5	1	1	1	2
57	CATBIRD	2	1	2	3	4	1	3	2	1	1	3	1
58	CHIL/CHUM18	2	3	2	3	4	6	6	6	2	1	3	1
59	PF72640/PF7326//PF7065/ALD/3/KLT/4/DUCULA	2	3	1	3	3	2	1	2	4	1	1+4	1
60	GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	2	3	1	3	5	1	1	2	1	1	?	2
61	DESC//VEE/PJN/3/YANG85-85	2	na	3	3	3	1	3	2	1	1	1	2
62	SHA4/CHIL//CHIR1/3/ZHE JIANG 4	2	3	2	3	6	6	4	3	1	4	1	2
63	GUAM92//PSN/BOW	2	1	1	3	3	1	1	2	1	1	2	2
64	GUAM92//PSN/BOW	5	6+4	2	4	3	1	6	8	1	1	1	na
65	WUH1//VEE#5//MUNIA	3	3	2	3	2	2	3	2	4	1	3	1
66	WUH1//VEE#5//CBRD	9	3	2	3	3	2	na	2	1	1	1	1
67	SHAN 32109/PASA	na	3	1	3	2	3	4	na	1	1	1	2
68	SHA3/SERI//SHA4/LIRA	7	2	2	3	4	6	6	8	1	1	2	1
69	R37/GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*Y MI #6/5/CBRD	2	2	2	3	4	3	4	2	1	na	2	1
70	CHUM18*3/6/WRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/AUS-6869/5/PELOTAS-ARTH	9	2	2	3	3	3	4	na	1	6	3	1
71	OCEP17//BOW/NKT	2	3	2	3	2	2	3	8	4	1	1	2
72	OCEP17//VEE#5/SARA	2	2	2	3	2	1	3	8	1	1	3	1
73	ALUCAN//KEA/GHK	na	6	1	3	6	3	3	3	1	6	2+5	1
74	MILAN/SHA7	9	6	2	3	3	2	na	2	1	1	1	1
75	NG8319//SHA4/LIRA	na	na	2	3	4	2	4	3	1	9	3	2
76	R37/GHL121//KAL/BB/3/JUP/MUS/4/2*Y MI #6/5/CBRD	2	2	2	3	4	3	na	2	4	1	2	1
77	SHA3/SERI//SHA4/LIRA	7	na	2	3	4	3	3	2	1	na	2	1
78	SW89-5124*2/FASAN	7	2	6	3	4	3	6	5	1	na	3	1
79	SHA3/SERI//SHA4/LIRA	9	6	2	3	4	1	6	3	1	1	2	2
80	SELBOL S-68 Y95-96	2	2	2	3	5	6	6	3	4	1	1	1
81	SODAT/SUM3//NG8201/NING8647	2	2	4	8	4	3	4	3	1	1	4	1
82	SHA3/CBRD	9	6	2	3	4	1+3	2	3+2	1	6	2	1

83	SHA5/WEAVER	7	3	2	2	4	2	1	3	1	na	1	1
84	GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW	2	3	1	3	4	2	2	2	1	1	7	1
85	FRONTANA (TESTIGO MOD. RES)	4	3	1	3	6	2	4	3	2	1	1	1
86	FLYCATCHER (TESTIGO SUSCEP.)	2	3	1	3	3	6	6	4	1	7	1	na
87	PAT10/ALD'S'VEE'S'	1	4	5	3	1	2	7	3	1	1	7	1
88	CAR853/COC/VEE'S'3/JUP/BJY'S'//U RES	3	6	2	3	3	1	6	4	4	1	3	1
89	CHAT'S'/CEP7780//PRL'S'/BOW'S'	2	3	2	locus2:90b	2	1	3	5	1	1	3	1
90	URES81/KAUZ'S'	2	3	2	3	3	1	6	3	1	1	3	1
91	BAU'S'/MILAN	1	4	1	4	5	1	2	2	1	1	2	1
92	TUI'S'/IAN8	3	3	1	3	3	2	1	5	1	1	3	1
93	CHA/NING8331	2	1	2	3	6	2	3	3	1	7	2	1
94	CAR853/COC/VEE'S'3/JUP/BJY'S'/UR ES	3	6	2	4	3	1	1	4	1	1	3	1
95	CHA/NING8331	na	1	2	3	6	2	1	3	1	7	2	1
96	TOW'S'/SARA//BAU'S'	2	1	1	3	3	3	6	3	1	1	1	1
97	KAUZ'S'	na	3	2	3	3	1	6	3	1	1	3	2
98	BUC'S'/CHRC'S'/PRL'S'/BOW'S'	2	5	2	3	3	3	6	6	1	7	5	1
99	E. YOUNG (TESTIGO MOD.RES.)	2+5	2	5	3	3	4	7	6+7	1	8+1	1	1
100	CRDN/3/PEL 72380/ATR71*2//H567.71/4/TRAP#1/VE	2	6	2	3	5	1	6	5+2	1+2	1+5	1	1
101	NING8745/3/2*CHUM18//JUP/BJY	7	3	2	3	6	6	4	7	1	1	1	1
102	P.SUPERIOR/CATBIRD	7	3	3	3	5	2	2	5	1	1	2	1
103	REMOS/CM 82036	5	6	6	8	3	2	2	4	1	5	1	2
104	FRONTANA/REMUS	4	3	4	7	5	2	4	4	4	1	1	2
105	NEIXIANG 184	3+7	6	3	4	5	2	1	3	2	9	1	2
106	B. GUARANI (TESTIGO SUSCEP.)	2	3	2	3	3	6	3	5	1	1	3	1
107	I.BOYERO (TESTIGO SUSCEP.)	8	4	1	1	6	1	na	3	1	na	?	1
108	SHA7/VEE#5//JM4058/GEN	8	4	2	9	3	2	3	3	1	6	1	1
109	SHA3/SERI//SHA4/LIRA	8	1	2	3	3	6	6	4	2	1	2	1
110	NING 8745/3/2*CHUM18//JUP/BJY	8	3	2	3	4	6	4	7	1	1	1	1
111	SHA4/3/2*CHUM18//JUP/BJY	6	4	2	3	6	6	4	3	1	1	1	1
112	SHA3/SERI//2*PSN/BOW	1	3	1	3	5	1	1	2	1	1	5	1
113	SHA7//PRL/VEE#6	1	4	1	8	4	6	1	5	1	1	2	1
114	CHUAM MAI#18/BAU"S" (DIF 1073)	9+1	3	2	3	6	1+3	4	2	1	5+7	3	1
115	NING 8331	9	3	2	3	na	2	4	3	2	1	1	1
116	LI 107/YMI#6	6	3	2	3	na	2	na	4	1	1	1	2
117	EPELON90/SUZHOE F3#8	9	3	7	3	3	6	5	6	1	4	1	2
118	SHA3/CBRD	2	4	2	3	5	4+5	2	2	1	7	1	2
	Sumai 3 (fuente Jim Anderson)	8+1	4	6	8	7	1		1	3			

Cuadro 3: Alelos y PIC obtenidos para cada uno de los microsatelites evaluados

wms493-3B	bp	wms533-3B	bp	wms359-2A	bp
a1	162	a1	116	a1	211
a2	142	a2	118	a2	213
a3	144	a3	120	a3	215
a4	188	a4	122	a4	217
a5	200	a5	126	a5	219
a6	202	a6	138	a6	225
a7	146	a7	140	a7	237
PIC	0.7	a8	144	PIC	0.7
		a9	146		
		PIC	0.4		
wms160-4A	bp			wms46-7B	bp
a1	178			a1	146
a2	180	wms261-2D	bp	a2	143
a3	190	a1	165	a3	151
a4	184	a2	174	a4	163
a5	206	a3	192	a5	170
a6	182	a4	198	a6	172
PIC	0.71	a5	214	a7	175
		PIC	0.32	a8	161
				a9	166
				PIC	0.56
wms186-5A	bp				
a1	105	wms570-6AL	bp	wms508-6B	bp
a2	121	a1	bp	a1	138
a3	123	a2	132	a2	142
a4	125	a3	134	a3	146
a5	127	a4	138	PIC	0.34
a6	131	a5	142		
a7	135	a6	144		
PIC	0.78	a7	148		
		a8	152		
		PIC	0.8	wms44-7D	bp
				a1	174
wms120-2B	bp			a2	176
a1	128	wms304-5A	bp	a3	180
a2	136	a1	200	a4	182
a3	144	a2	204	a5	184
a4	148	a3	208	a6	186
a5	152	a4	212	a7	190
a6	154	a5	218	PIC	0.8
PIC	0.7	a6	220		
		a7	222		
		a8	224		
		a9	226		
		PIC	0.79		

SEMINARIO INTERNACIONAL
“Desarrollo de tecnologías para el manejo integrado
de la fusariosis de la espiga de trigo”

El 4 y 5 de junio del año 2003 se llevó a cabo en La Estanzuela, Uruguay, un Seminario Internacional sobre “Desarrollo de tecnologías para el manejo integrado de la fusariosis de la espiga de trigo”.

Se adjunta el programa y lista de participantes (**Anexo 1 y 2**).

Participaron técnicos de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay y de CIMMYT, México.

La finalidad de este Seminario fue difundir la información desarrollada durante tres años a técnicos relacionados con la investigación y profesionales de la actividad privada.

En el Seminario se efectuaron disertaciones sobre los temas de mejoramiento de la resistencia, toxicología, epidemiología y manejo de la enfermedad.

Los objetivos de este proyecto cooperativo entre los países del Cono Sur y el CIMMYT fueron desarrollar estrategias regionales para un control integrado de la fusariosis de la espiga con énfasis en la resistencia genética y técnicas culturales que tiendan a la reducción de la enfermedad.

En el transcurso del seminario se expusieron y discutieron los resultados correspondientes a las distintas actividades planificadas.

Los resultados logrados a través de la evaluación multi-locales bajo condiciones de campo y controladas (invernáculo o telado) de infección mostraron gran interacción genotipo-ambiente para la resistencia genética.

Además de la complejidad genética de la resistencia y el proceso de infección, la variabilidad causada por diferentes prácticas de manejo y condiciones climáticas es muy importante.

Estos aspectos influyen más en los genotipos con resistencia intermedia que en aquellos con elevado nivel de resistencia o susceptibilidad. Este análisis permitió identificar un número reducido de genotipos con elevado grado de resistencia estable que servirán como base para progenitores en los programas de mejoramiento de trigo en los próximos años.

En relación a las prácticas de manejo de cultivo, se confirmó que las gramíneas son importantes portadores del inóculo de esta enfermedad. La cantidad de inóculo vía manejo cultural se reduce con rotaciones de cultivos con oleaginosas como antecesor al trigo.

Los datos generados por el proyecto mostraron gran utilidad en los progenitores ancestrales y en las especies afines al trigo para contribuir con nuevas bases de resistencia.

Para los próximos años es prioritario, junto con la resistencia a la penetración y a la colonización de los tejidos de la espiga, procurar un reducido nivel de micotoxinas en el grano.

Actualmente la utilización de marcadores moleculares para la transferencia de resistencia a germoplasma adaptado y su piramidización constituye una herramienta de importancia estratégica para el avance del mejoramiento.

Con respecto al patógeno, es necesario continuar las investigaciones sobre variabilidad genética y la capacidad de producir toxinas que poseen diferentes poblaciones presentes en la región así como la interacción entre ellas.

Asimismo, existe escasa información sobre toxinas como factores de patogenicidad (hospedante x toxina) y el control biológico de la infección, tanto en el sustrato como en la planta.

Existe un vacío en la metodología que permita identificar los procesos inhibidores de la creación de toxinas o su degradación por la planta. Todos estos aspectos son de importancia clave para un control eficiente de esta enfermedad.

Conclusiones

1. El Proyecto logró las principales metas al identificar germoplasma con un alto nivel de resistencia estable, así como prácticas culturales y de control químico para disminuir los efectos de la enfermedad sobre el cultivo.
2. Para los próximos años, debido a la importancia de las toxinas en la salud humana y animal, queda pendiente estudiar la capacidad toxicológica de diferentes poblaciones del hongo presentes en la región y sus interacciones con huéspedes y factores ambientales.
3. Sería útil desarrollar poblaciones de mapeo de fuentes locales de resistencia a *Fusarium* de la región diferentes a Sumai 3 para adicionar nuevas fuentes con la perspectiva de desarrollar marcadores moleculares asociados. Estos marcadores podrían utilizarse para piramidizar diferentes fuentes de resistencia como estrategia para ampliar la base genética disponible.
4. La información proporcionada por este proyecto será un insumo importante para la investigación especialmente en las áreas de mejoramiento genético y patología servirá para lograr cultivares de mejor rendimiento, seguridad de cosecha y disminuir la contaminación del ambiente.

PUBLICACIONES Y ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Presentaciones de trabajos en talleres y congresos

Annone, J.G., Galich, M.T.V. de, Galich, A., Moreira Lima, M.I.P., Franco, F., Viedma, L., Díaz, M. y M.M. Kohli. 2000. La fusariosis de la espiga de trigo en Cono Sur: Pasado reciente, presente y perspectivas. Actas del Taller sobre "Enfermedades de plantas en sistema de plantío directo con énfasis en *Gibberella* y manchas foliares". Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. 6 al 8 de junio de 2000.

Díaz de Ackermann, M., Kohli, M., Ibañez, V. 2000. Rapid screening of wheat germplasm for fusarium head blight resistance. In Proceeding of the international symposium on wheat improvement for scab resistance. Eds. Raupp, J, Ma, Z., Chen, P., Kiu, D.. May 5-11, 2000. Suzhou – Nanjing, China. p. 37.

Díaz de Ackermann, M., Kohli, M. 2001. Control químico de fusariosis de la espiga en trigo. *In*: XXXIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia – XI Congresso Latino-Americano de Fitopatología. Agosto 5-10, 2001. Sao Pablo, SP, Brasil.

Díaz de Ackermann, M., Kohli, M., Ibañez, V. 2002. Variations in fungicides application techniques to control fusarium head blight. *In*: 2002 National fusarium head blight forum proceedings. Eds. Canty, S., Lewis, J., Siler, L., Ward, R. December 7-9, 2002. Erlanger, Kentucky, U.S.A. p. 62.

Díaz de Ackermann, Martha, Mohan Kohli y Wilfredo Ibañez. Variation in fungicide application techniques to control fusarium head blight. Poster in U.S. National Scab Forum, Cincinnati, USA, 2002.

Díaz de Ackermann, M. 2003. Comportamiento varietal y control químico para fusariosis de la espiga de trigo. *In*: Jornada técnica cultivos de invierno. Abril, 2003. Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión Nro. 312: 23-32.

Ginkel, M. van, Gilchrist, L. And C. Velázquez. 2000. New resistances in CIMMYT bread wheat germplasm. *In*: 2000 National Fusarium Head Blight Forum. Erlanger, Kentucky, U.S.A. December 10-12, 2000. P. 297-302.

Kohli, Mohan, Martín Quincke and Martha Diaz de Ackermann. Screening winter and facultative wheats for fusarium head blight infection. Poster presented in U.S. National Scab Forum, Cincinnati, USA, 2002.

Kohli, Mohan, Martín Quincke and Martha Diaz de Ackermann. Desarrollo de germoplasma para resistencia a Fusariosis de la espiga. Taller Nacional sobre Fusariosis, INIA, La Estanzuela, Uruguay, 2002.

Mujeeb-Kazi, A, Delgado, R., Cano, Rosas, S. and A. Cortes. 2000. Alien genetic diversity for wheat improvement: Focus on scab resistance. *In*: 2000 National Fusarium Head Blight Forum. Erlanger, Kentucky, USA. December 10-12, 2000. P. 220-223.

Palma, L., Farnochi, M., Galich, M., Annone, J., Dalcero, A., y S. Chulze. 2002. Distribución de las especies de *Fusarium* aisladas en diferentes zonas de Argentina. *In*: Resúmenes del IX Congreso Argentino de Micología-XIX Jornadas Argentinas de Micología. Junio de 2002.

Palma, L., Farnochi, M., Galich, M., Annone, J., y S. Chulze. 2002. Niveles de infección por *Fusarium graminearum* en diferentes variedades de trigo. *In: Resúmenes de las XI Jornadas Fitosanitarias*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba. 26 al 28 de junio de 2002.

Disertaciones

Annone, J.G. La fusariosis de la espiga de trigo en Cono Sur: Pasado reciente, presente y perspectivas. Actas del Taller sobre "Enfermedades de plantas en sistema de plantío directo con énfasis en Gibberella y manchas foliares". Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. 6 al 8 de junio de 2000.

Annone, J.G. "La fusariosis de la espiga de trigo: Importancia, Epidemiología y principales estrategias de manejo para reducir sus efectos sobre la producción". Jornadas sobre Calidad de Granos. INTA-SAGPyA. Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 19 de noviembre de 2002.

Díaz de Ackermann. Seminario Virtual de Manejo de la "Fusariosis de la espiga" de trigo. 10 de agosto de 2001. Página WEB Bayer [www. Agro.Bayer.com.ar](http://www.Agro.Bayer.com.ar).

Kohli. M.M. Control integrado de fusariosis de la espiga. Univ. de Passo Fundo, Brasil, 2001.

Kohli. M.M. Germoplasma para resistencia a Fusariosis de la espiga. INIA, La Estanzuela, Uruguay, 2002.

Kohli. M.M. Innovacion de metodologia de aplicacion para control quimico de Fusariosis de la espiga. COODETEC, Cascavel, Brasil, 2002.

Asistencia a seminarios, reuniones y congresos

Annone, J.G. Taller sobre "Enfermedades de plantas en sistema de plantío directo con énfasis en Gibberella y manchas foliares". Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. 6 al 8 de junio de 2000.

Díaz de Ackermann. International symposium on wheat improvement for scab resistance. 5-11 de mayo, 2000, Suzhoe, Nanjing. China

Díaz de Ackermann. 2001 National fusarium head blight Forum. Diciembre, 2001. Kentucky, U.S.A.

Díaz de Ackermann. Seminario de discusión técnica: Fusariosis de la espiga de trigo y cebada. Junio 20, 2002. INIA La Estanzuela. Uruguay.

Díaz de Ackermann, Nisi, J., Kohli, M.M., Lewis, S., Manifesto, M. y J.G. Annone. Reunión investigadores proyecto Fusarium FONTAGRO. Agosto, 2002. Bs. As. Argentina.

Díaz de Ackermann. 2002 National fusarium head blight Forum, 7-9 de diciembre, 2002. Kentucky, U.S.A.

Díaz de Ackermann. Taller: Manejo de fusariosis de la espiga de trigo y cebada. Marzo 26, 2003. INIA La Estanzuela. Uruguay

Actividades/publicaciones de divulgación

Annone, J. 2002 Seminario Virtual de Manejo de la "Fusariosis de la espiga" de trigo. 10 de agosto de 2001. Página WEB Bayer [www. Agro.Bayer.com.ar](http://www.Agro.Bayer.com.ar).

Díaz de Ackermann, M., Pereyra, S., Stewart, S., Mieres, J. 2002. Fusariosis de la espiga en trigo y cebada. Hoja de Divulgación Nro. 79. Abril, 2002. INIA La Estanzuela, Uruguay.

Díaz de Ackermann, M., Pereyra, S., Stewart, S., Mieres, J. 2002. Fusariosis de la espiga en trigo y cebada. Página WEB INIA La Estanzuela:
www.inia.org.uy/novedades.

Díaz de Ackermann, M., Pereyra, S., Stewart, S. 2002. Antecedentes y perspectivas de control de fusariosis de la espiga de trigo. *In*: Jornada técnica cultivos de invierno. Abril, 2002. Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión Nro.282: 1-11.

Pereyra, S. 2002. Nuevo servicio en INIA La Estanzuela: Análisis de micotoxina DON (deoxinivalenol). *In*: Jornada técnica de cultivos de invierno. Abril, 2002. Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión Nro. 282: 17-19.

Pereyra, S. 2003. Practicas culturales para el manejo de la fusariosis de la espiga. *In*: Jornada técnica cultivos de invierno. Abril, 2003. Estanzuela, Uruguay. Serie Actividades de Difusión Nro. 312: 1-10.

RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANEADAS Y METAS ALCANZADAS

Actividades programadas	Actividades cumplidas
Selección de germoplasma con resistencia a la FET. Identificación de progenitores	Se identificaron genotipos con alto grado de resistencia estable que servirán como base a los programas de mejoramiento de trigo en los próximos años.
Evaluación de progenitores ancestrales y cruzas amplias	Los datos generados por el proyecto mostraron una gran utilidad de los progenitores ancestrales y especies afines al trigo para contribuir con nuevas bases de resistencia.
Hibridación y selección de germoplasma con pruebas multi-local	Se efectuaron cruzamientos en Argentina, Uruguay y México entre progenitores de buen tipo agronómico y adaptación regional con fuentes de resistencia a <i>Fusarium</i> de origen chino y sudamericano. Se realizaron selecciones en las poblaciones segregantes en Argentina y Uruguay habiéndose obtenido genotipos con buen nivel de resistencia .
Estabilidad del comportamiento de las fuentes de resistencia a la FET	Los resultados logrados a través de la evaluación multi-local mostraron gran interacción genotipo x ambiente para la resistencia genética. Este análisis permitió detectar genotipos con un alto nivel de resistencia estable.
Evaluación de micotoxinas en germoplasma selecto	Se detectaron materiales con reducida producción de toxina y se calibró un método fluorométrico para la detección de la micotoxina DON en granos.
Identificación de especies de <i>Fusarium</i> asociadas a la FET	En Argentina, Uruguay y México se identificaron varias especies de <i>Fusarium</i> siendo las más frecuentes <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> y <i>F. avenaceum</i> . En el Cono Sur, la especie más frecuente fue <i>F. graminearum</i> .
Variabilidad patogénica de poblaciones de <i>Fusarium</i> causantes de la FET	Se determinó que el linaje 7 de <i>F. graminearum</i> predomina en el Cono Sur y el 3 en México. Se detectaron variantes de <i>F. graminearum</i> con diferentes niveles de agresividad y se observaron fuertes interacciones cultivar x aislamiento.
Prácticas supresivas o escape de manejo	Se observó que la fecha de siembra y los fertilizantes pueden reducir la expresión de la FET pero su efecto relativo es limitado y aleatorio. Se determinó que el uso de fungicidas, complementado con picos de dispersión específicos, puede aportar a una reducción importante de los síntomas.
Marcadores moleculares para factores de resistencia	Se identificó el QTL asociado a la resistencia a FET proveniente de Sumai 3.
Difusión de resultados	Se organizó un seminario internacional en Uruguay al que asistieron unos 100 investigadores y se difundieron resultados parciales en congresos, talleres y artículos científicos-técnicos.

CONCLUSIONES GENERALES

La mayoría de las metas propuestas en proyecto fueron alcanzadas. Así:

1. Se definieron y uniformizaron metodologías para una más eficiente selección de germoplasma resistente a la FET.
2. Se puso a punto una técnica fluorométrica para la evaluación de la principal micotoxina producida por *F. graminearum* y se evaluaron líneas avanzadas de los programas de mejoramiento por la producción de esa micotoxina.
3. Se caracterizaron cultivares y líneas avanzadas de trigo de origen regional por su reacción a la FET y líneas hexaploides derivadas de los trigos sintéticos.
4. Se inició un programa de *prebreeding* orientado a combinar los factores de resistencia a FET en variedades selectas de la región.
5. Se identificaron interacciones fecha de siembra*ciclo que con una mayor probabilidad representen menor riesgo de epidemia de FET.
6. Se Identificaron interacciones entre el manejo de rastrojo, fertilización y control químico de FET que reducen el desarrollo de la enfermedad.
7. Se inició el estudio de la variabilidad patogénica de las especies de *Fusarium* predominantes en la región
8. Se organizó un vivero regional (VIRFET) a través del cual se analizó la estabilidad de la resistencia disponible en las líneas avanzadas de los programas de mejoramiento de la región.
9. Se promovió la interacción del personal de los programas nacionales con científicos de instituciones de otros países y del CIMMYT, para intercambiar conocimientos y experiencias sobre el tema.
10. Se organizó un seminario internacional para la presentación y discusión de los resultados entre investigadores y asesores técnicos de la región.

Las metas planteadas en la propuesta inicial de realizar estudios epidemiológicos, herencia de la resistencia e identificación de los caracteres morfofisiológicos relacionados con la infección, fueron eliminadas por la no participación de Brasil y México en el proyecto y debido a la modificación (reducción) del presupuesto otorgado.

LISTA DE EJECUTORES PRINCIPALES

- Coordinador:** Ing. Agr. M. Sc. Jorge Nisi, Mejorador
EEA INTA, c.c. 21, (2580), M. Juárez, Córdoba, Argentina,
Telefax: (54 3472)425001, e.mail: jnisi@correo.inta.gov.ar
- Investigador principal:** Ing. Agr., M.Sc. Juan G. Annone, Fitopatólogo,
EEA INTA Pergamino, c.c. 31, 2700 Pergamino, Buenos
Aires, Argentina.
Telefax (+542477-432553),
e.mail jannone@pergamino.inta.gov.ar
- Ejecutores Asociados:** Ing. Agr. María T.V. de Galich, Fitopatóloga
EEA INTA, c.c. 21, (2580), M. Juárez, Córdoba, Argentina,
Telefax: (54 3472) 425001,
e.mail: agalich@correo.inta.gov.ar
Dr. Marcela Manifesto, Biotecnóloga
IRB INTA, 1712 Castelar, Argentina,
Teléfono (5411 46211 819),
email: manifestó@cirn.inta.gov.ar
Ing. Agr. MS Lidia de Viedma, Fitopatóloga
CRIA/DIA, Encarnación, Paraguay
Teléfono (595 71)211 296, email: pit@cria.org.py
Ing. Agr. MS Martha Díaz, Fitopatóloga
INIA La Estanzuela, Uruguay
teléfono (598 574) 8000, e.mail: martha@le.inia.gov.uy
Ing. Agr. MS Silvia Pereyra, Fitopatóloga
INIA La Estanzuela, Uruguay
teléfono (598 574) 8000, e.mail: silviap@le.inia.org.uy
Dra. Lucy Gilchrist, Fitopatóloga
Programa de Trigo, CIMMYT, Lisboa 27, Apdo Postal 6-
641, México, DF, México
teléfono (52 5)7269091, l.gilchrist@cgiar.org
Dr. Man Mohan Kohli, Fitomejorador/Patólogo
Programa Regional de Trigo, CIMMYT, c.c. 1217,
Montevideo, Uruguay
telefax (598 2) 9028522, e.mail cimmyt@inia.org.uy

ANEXOS

ANEXO 1 – Programa Seminario Internacional: “Desarrollo de tecnologías para el manejo integrado de la fusariosis de la espiga de trigo”

La Estanzuela 4-5 de junio, 2003

Presentación del proyecto

Jorge Nisi, INTA Marcos Juárez, Argentina

Mejoramiento por resistencia

2.1 Estabilidad del comportamiento de las fuentes de resistencia, (Evaluación del VIRFET)

Man Mohan Kohli, CIMMYT

2.2 Metodologías para creación y evaluación de infección para lograr resultados confiables.

Lucy Gilchrist, CIMMYT.

2.3 Identificación de germoplasma resistente.

Argentina, Paraguay, Uruguay, CIMMYT

2.4 ¿Existe variabilidad patogénica en *Fusarium graminearum*?

Lucy Gilchrist, CIMMYT.

2.5 Identificación de resistencia en progenitores ancestrales y cruzas amplias

Man Mohan Kohli, CIMMYT

2.6 El análisis de las fuentes de resistencia a fusariosis de espiga por marcadores moleculares

Marcela Manifiesto, INTA Castelar, Argentina

Capítulo I Toxicología y otros efectos en la cadena alimentaria

3.1 Micotoxinas en trigo y su incidencia en la salud humana y animal

Sofía Chulze, UNRC, Cordoba, Argentina

3.2 Evaluación de toxinas con FluoroQuant®, instalación y calibración de equipo.

Silvia Pereyra, INIA La Estanzuela, Uruguay.

3.3 Evaluación de germoplasma para presencia de micotoxinas.

Martha Díaz de Ackermann, Inia la Estanzuela, Uruguay

3.4 Incidencia de *Fusarium* en la calidad industrial del trigo

Daniel Vázquez, INIA La Estanzuela, Uruguay

Epidemiología y manejo de la enfermedad

4.1 Estado del conocimiento epidemiológico de la fusariosis de la espiga en el Cono Sur.

Elei Melo Reis, Universidad de Passo Fundo, Brasil

4.2 Aspectos epidemiológicos y ecológicos de la Fusariosis de la espiga en Uruguay y prácticas culturales para su manejo.

Silvia Pereyra, INIA La Estanzuela, Uruguay

4.3 Aspectos de manejo de cultivo que modifican la expresión de la enfermedad.

Juan Annone, INTA Pergamino, Argentina

4.4 Control químico de la fusariosis de la espiga en trigo.

Martha Díaz, INIA La Estanzuela, Uruguay.

ANEXO 2 – Listado de participantes

Seminario Internacional: “Desarrollo de tecnologías para el manejo integrado de la fusariosis de la espiga de trigo”

DISERTANTES

- Ing. Agr. M. Sc. Jorge Enrique Nisi
INTA - Ruta Prov. N°12
Marcos Juárez, Córdoba
ARGENTINA -CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472425001
E-mail: jnisi@correo.inta.gov.ar
- Dr. Mohan Kohli
Representante Regional - CIMMYT
Andes 1365, Of. 314, Montevideo
URUGUAY - CC: 1217
Tel./Fax: 00598 2 9028522
E-mail: cimmyt@inia.org.uy
- Ing. Agr. Ph. D. Lucy Gilchrist
Fitopatología – CIMMYT
Texcoco CP: 6-641, 06600 Mexico D.F.
MEXICO
Tel.: 00525558042004
Fax: 0052 5558047558
E-mail: L.gilchrist@cgiar.com
- Lic. M. Sc. Silvina Lewis
INTA - Las Cabañas y Los Reseros s/n
Castelar, Buenos Aires
ARGENTINA - CP: 1712
Tel.: 0054 11 4621 1819/0840
Fax: 0054 11 4621 6903
E-mail: slewis@cni.inta.gov.ar
slewis@cirn.inta.gov.ar
- Dra. Sofía Noemí Chulze
Cs.Biológicas – Dpto. Microbiología e
Inmunología - UNRC
5800, Río Cuarto - Córdoba – ARGENTINA
Tel.: 0054 358 4676429
Fax: 0054 358 4676231
E-mail: schulze@exa.unrc.edu.ar
- Ing. Agr. M. Sc. Silvia Pereyra
Protección Vegetal - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 Colonia, URUGUAY
CP: 70000 CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: silviap@inia.org.uy
- Ing. Agr. M. Sc. Martha Díaz de Ackermann
Protección Vegetal - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 Colonia, URUGUAY
CP: 70000 CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: martha@inia.org.uy
- Q.F. M. Sc. Daniel Vázquez
Encargado Laboratorio Calidad de Granos
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 Colonia, URUGUAY
CP: 70000 CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: dvazquez@inia.org.uy
- Ing. Agr. Juan Annone
INTA - Ruta Prov. N°12
Marcos Juárez, Córdoba
ARGENTINA - CP: 2580 - CC: 21
Tel.: 0054 3472425001
E-mail: jannone@pergamino.inta.gov.ar

ARGENTINA

- Ing. Agr. Oscar Klein
Criadero Klein S.A. - Buenos Aires
Tel.: 0054 2346 499701/702/703
E-mail: klein@ssdnet.com.ar
- Ing. Agr. Néstor G. Machado
Criadero Klein S.A. - Buenos Aires
Tel.: 0054 2346 499701/702/703
E-mail: ngmachado@infovia.com.ar

- Ing. Agr. Ruben Miranda
Asociación de Cooperativas Argentinas C.L.
Saavedra 636, 7° Piso - Bahía Blanca
CP: B8000 DDN
Tel.: 0054 2914918295
Fax: 0054 2914550222
E-mail: rmiranda@criba.edu.ar
- Biol. Hilda Buck
Buck Semillas S.A.
Av. 41, Esq. 28 - La Dulce
CP: 7637 - CC: 23
Tel./Fax: 0054 2262 434061/2
0054 2264 432421/2
E-mail: hbuck@infovia.com.ar
- Ing. Agr. Lisardo Jorge González
Buck Semillas S.A.
103-1114 – Necochea - CP: 7630
Tel./Fax: 0054 2262 428492
E-mail: bucksem@infovia.com.ar
- Ing. Agr. José Horacio Bariffi
EEA INTA Balcarce
Ruta 226, Km. 73.5 - Balcarce, Buenos Aires
CP: 7620 - CC: 276
Tel.: 0054 2266 439103/100
Fax: 0054 2266 439101
E-mail: jbariffi@balcarce.inta.gov.ar
- Ing. Agr. Isidro Cettour
INTA EEA - Saenz Peña, Chaco
CP: 3700 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3732421781/421722
E-mail: icettour@chaco.inta.gov.ar
- Ing. Agr. Angela Norma Formento
Investigadora Area Producción Vegetal
INTA-EEA Paraná - Ruta 11, Km. 12.5
Paraná, Entre Ríos - CP: 3100
Tel./Fax: 54-343-4975200 Int. 255/275
E-mail: nformento@parana.inta.gov.ar
- Ing. Agr. M. Sc. Jorge Alberto Fraschina
INTA - Ruta Prov. N°12 s/n - Marcos Juárez
Córdoba - CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472425001
E-mail: jfraschina@correo.inta.gov.ar
- Ing. Agr. Gilberto Kraan
INTA - Tres Arroyos
CC: 50 - CP: B7500WAA
Tel./Fax: 0054 2983 431081 ú 83
E-mail: gkraan@chacrabarrow.gov.ar
- Ing. Agr. Luciano Lecumberri
Bayer Cropscience S.A.
Ricardo Gutiérrez 3652
Munro, Buenos Aires - CP: 1605
Tel.: 0054 11 4762 7065
Fax: 0054 11 4762 7467
luciano.lecumberri@bayercropscience.com
- Ing. Agr. Itatí Fernández
Buck Semillas S.A.
Ruta 86, km. 36 -Necochea, Buenos Aires
CP: 7630 - CC: 23
Tel./Fax: 0054 2262 439599
0054 2264 434061
E-mail: itatifernandez@yahoo.com.ar
- Ing. Agr. Carlos Tomás Bainotti
INTA – Ruta Prov. N°12 - Marcos Juárez
Córdoba - CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472425001
E-mail: cbainotti@correo.inta.gov.ar
- Ing. Agr. Alfredo Máximo Calzolari
INTA – EEA Pergamino
Ruta 32, Km. 4500 - Pergamino
CP: 2700 - CC: 31
Tel.: 0054 2 477 431250
Fax: 0054 2 477 432553
E-mail: acalzolari@pergamino.inta.gov.ar
- Ing. Qca. Martha Beatriz Cuniberti
INTA - Ruta Prov. N°12 - Marcos Juárez
Córdoba - CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472 425001
E-mail: mcuniberti@correo.inta.gov.ar
- Ing. Agr. María Beatriz Formica
INTA - Ruta Prov. N°12, Km.3 - Marcos Juárez
Córdoba - CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472425001
E-mail: bformica@correo.inta.gov.ar
- Dr. Marcelo Helguera
Cs. Biológicas - INTA
Ruta Prov. N°12 s/n - Marcos Juárez, Córdoba
CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472425001
E-mail: mhelguera@correo.inta.gov.ar
- Ing. Agr. Omar Oscar Polidoro
INTA – EEA Pergamino
Ruta 32, Km. 4500 - Pergamino
CP: 2700 - CC: 31
Tel./Fax: 0054 2477 431250
E-mail: pertrigo@pergamino.inta.gov.ar

- Ing. Agr. Juan Ramón López
INTA EEA Bordenave – Bordenave
Buenos Aires - CP: 8187 -CC: 44
Tel./Fax: 54 2924 420621/22-496015/31
E-mail: jlopeztrigo@darregueira.com.ar
- Ing. Agr. Elena R. Molfese
INTA – MAA y P
Ruta Nac. N°3, Km. 488 - Tres Arroyos
CP: 7500 - CC: 50
Tel./Fax: 0054 2983 431081/83
E-mail: laboratorio@chacrabarrow.gov.ar
- Ing. Agr. José Héctor Salines
INTA - Ruta Prov. N°12 - Marcos Juárez
Córdoba - CP: 2580 - CC: 21
Tel./Fax: 0054 3472425001
E-mail: jsalines@correo.inta.gov.ar
- Ing. Agr. M. Sc. Leandro Ortis
RELMO S.A. – Buenos Aires 2415
2000 – Rosario
Tel.: 0054 – 341 4813332
Fax: 0054 – 3476 470465
E-mail: leandroortis@relmo.com.ar
- Ing. Agr. Héctor Milisich
INTA-EEA Paraná
Monteverde 1739 – Paraná - CP : 3100
Tel: 54-343-4318872
Fax: 54-343-4975200
E-mail: hmilisich@parana.inta.gov.ar
- Ing. Agr. Lorena Riberi
INTA - Saenz Peña 1181 - Marcos Juárez
Córdoba - CP: 2580
Tel.: 0054 353 4900497
Fax: 0054 3472 425001
E-mail: lorenariberi@hotmail.com
- Lic. Mariano Bulos
Biotecnología - NIDERA S.A.
Ruta 8, Km. 376 - Venado Tuerto - CP: 2600
Tel.: 0054 3462 423196
E-mail: mbulos@nidera.com.ar
- Ing. Agr. Nelly Salomón
Depto. Agronomía - UNS
Bahía Blanca - CP: 8000
Tel.: 0054 291 4561898
E-mail: nsalomon@criba.edu.ar

BRASIL

- Ing. Agr. M. Sc. M^a Imaculada Pontes Moreira Lima
Fitopatología - EMBRAPA Trigo
Rodovia BR285, Km. 174 - Passo Fundo, RS
CP: 99001-970 - CC: 451
Tel.: 0055 54 3113444
Fax: 0055 54 3113617
E-mail: imac@cnpt.embrapa.br
- Dra. Martha Zavariz de Miranda
Tecnología de Cereales - EMBRAPA Trigo
Rodovia BR 285, Km. 174 - Passo Fundo, RS
CP: 99001-970 - CC: 451
Tel.: 0055 54 3113444
Fax: 0055 54 3113617
E-mail: marthaz@cnpt.embrapa.br

CHILE

- Ing. Agr. Ph. D. Ignacio Ramírez Araya
Investigador Emérito - INIA
R. Lenz 550, Santiago
CP: 7083150 - CC: 439/3
Tel.: 0056 7575305
Fax: 0056 5417667
E-mail: iramirez@platina.inia.cl

MEXICO

- José Crossa
CIMMYT
Apdo. Postal 6-641 - México D.F. - CP: 06600
Tel.: 0052 5558042004
Fax: 0052 5558041558
E-mail: j.crossa@cgiar.org
- Quím. Ph. D. Roberto Javier Peña
CIMMYT
Apdo. Postal 6-641 - México D.F. - CP: 06600
Tel.: 0052 5558042004
Fax: 0052 5558041558
E-mail: j.pena@cgiar.org

URUGUAY

- Ing. Agr. Martín Píriz
BASF Uruguay S.A.
Cno. Ariel 4620
12900 Montevideo
Tel.: 00598 2 3551414
Fax: 00598 2 3558868
E-mail: martin.piriz@south-america.basf.org
- Ing. Agr. Roberto Fontaina
BAYER S.A.
Paysandú 1283
11100 Montevideo
Tel.: 00598 2 9020013
Fax: 00598 2 9000507
roberto.fontaina@bayercropscience.com
- Ing. Agr. Rafael Eduardo Levin
Cultivar (Grupo Macció)
Manuel Meléndez 4452
11300 Montevideo
Tel.: 099 691639
Fax: 00598 2 2111010/137
E-mail: rlevin@adinet.com.uy
- Ing. Agr. Martín Irigoyen Tellería
Daniel Tellería S.A.
Roosevelt 515 - Mercedes
C.P.: 75000
Tel: 00598 53 21834
Fax: 00598 2 9248033
E-mail: mirig@adinet.com.uy
- María Virginia Pravia Nin
Estudiante - Facultad de Agronomía
Pereira de la Luz 1035, Apto. 302
11300 Montevideo
Tel.: 00598 2 7092738
E-mail: virginia_pravia@hotmail.com
- Dr. Fernando Riet
Cátedra de Toxicología – Fac. de Veterinaria
Alberto Lasplaces 1550 - Montevideo
Tel.: 00598 2 6287672
E-mail: fernandojuliorietalvariza@hotmail.com
- Ing. Agr. M. Sc. Sergio Ceretta
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 Colonia
CP: 70000 CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: ceretta@inia.org.uy
- Ing. Agr. Walter Santiago Tavella Baethgen
BAYER S.A.
Paysandú 1283
11100 Montevideo
Tel.: 00598 2 9020013
Fax: 00598 2 9008796
E-mail: ruano@adinet.com.uy
- Ing. Agr. Carlos Alberto Rossi
CALPROSE
Ruta 50, Tarariras – Colonia - CP: 70002
Tel.: 00598 574 2142
Fax: 00598 574 2125
E-mail: rossic@adinet.com.uy
- Ing. Agr. Andrés Sanguinetti
Cultivar – Syngenta
Manuel Meléndez 4452
11300 Montevideo
Tel.: 00598 2 2111010/122
Fax: 00598 2 2111010/137
E-mail: aso@montevideo.com.uy
- Ing. Agr. Carlos A. Pérez Rodríguez
Facultad de Agronomía
Ruta 3, Km.363 – Paysandú
CP: 60000 - CC: 57072
Tel./Fax: 00598 72 27950
E-mail: caperez@fagro.edu.uy
- María del Pilar Méndez
Estudiante - Cátedra de Toxicología
Facultad de Veterinaria
Alberto Lasplaces 1550 - Montevideo
Tel.: 00598 2 6287672
E-mail: pili2000@adinet.com.uy
- Ing. Agr. M. Sc. Marina Castro Derényi
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 – Colonia
CP: 70000 -CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: marina@inia.org.uy
- Ing. Agr. Eduardo de la Rosa
Director Regional - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: edlr@inia.org.uy

- Ing. Agr. Ph. D. Silvia Germán
Mejoramiento Cultivos de Invierno
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: sgerman@inia.org.uy
- Ing. Agr. Alfredo Mandl
Semillas - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: fmandl@inia.org.uy
- Téc.Agr. Mauricio Sastre Charlo
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: msastre@inia.org.uy
- Téc. Agr. Ignacio Torres Damiani
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000/099524032
Fax: 00598 574 8012
E-mail: itorres@inia.org.uy
- Ing. Agr. Marcela Godiño
Mesa de Trigo
Monte Caseros 2931/701
11600 Montevideo
Tel./Fax: 00598 24804876
E-mail: marcelag@inia.org.uy
- Ing. Agr. Beatriz Melchó
DGSA – Protección Agrícola - MGAP
Av. Millán 4703
12900 Montevideo
Tel.: 00598 2 3098720, Int. 117
Fax: 00598 2 3093068
E-mail: bmelcho@mgap.gub.uy
- Ing. Agr. Guillermo Fischer
DGSSAA – Lab. Biológicos - MGAP
Avda. Millán 4703 - 12900 Montevideo
Tel./Fax: 00598 2 3043992
E-mail: gfischer@mgap.gub.uy
- Ing. Agr. Wilson Hugo
Semillas - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: whugo@inia.org.uy
- Ing. Agr. Martín Quincke Walden
Convenio INIA – CIMMYT
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 -CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: mquincke@inia.org.uy
- Lic. Silvina Stewart
Protección Vegetal - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: silvina@inia.org.uy
- Ing. Agr. M. Sc. Rubén P. Verges
Mejoramiento Cultivos de Invierno
INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: verges@inia.org.uy
- Ing. Agr. Wilson González
DGSA Salto - MGAP
Rivera 864, Salto 50000
Tel./Fax: 00598 73 33282
E-mail: cosisto@adinet.com.uy
- Ing. Agr. M. Sc. Carlos Perea
Fitopatología - DGSA – MGAP
Av. Millán 4703
12900 Montevideo
Tel.: 00598 2 3098720, Int. 119
Fax: 00598 2 3098720, Int. 122
E-mail: carperea50@hotmail.com
- Ing. Agr. Gonzalo Souto
OPYPA – MGAP
Constituyente 1476 – 11200 Montevideo
Tel.: 00598 2 4126362
Fax: 00598 2 4107003
E-mail: gsouto@mgap.gub.uy

- Ing. Agr. Ariel Asuaga
NIDERA Uruguay S.A.
Rmbla. 25 de agosto 440. Montevideo
Tel.: 00598 2 9160279
Fax: 00598 2 9162881
E-mail: aasuaga@nidera.com.uy
- Ing. Agr. Alejandro López Irazabal
Unión Rural de Flores
Alfredo J. Puig 1179
Trinidad, Flores 85000
Tel.: 00598 364 2005/2624
Fax: 00598 364 2624
E-mail: urf@central-lanera.com.uy

PARAGUAY

- Ing. Agr. M. Sc. Lidia Quintana de Viedma
MAG/DIA/CRIA
Km. 16, Ruta VI
Capitán Miranda, Itapúa
Paraguay
Tel.: 00595 71 211296/97
Fax: 00595 71 211297
E-mail: pit@cria.org.py

SECRETARIAS

- Karina Cabrera
Secretaria – INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 - CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: kcabrera@inia.org.uy
- Carmen Calistro
Secretaria - INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km. 11 - Colonia
CP: 70000 -CC: 39173
Tel.: 00598 574 8000
Fax: 00598 574 8012
E-mail: carmen@inia.org.uy