

S105
E55
no. 718
cop. 2

**CEREAL BREEDING
AND PRODUCTION SYMPOSIUM**

MARCOS JUAREZ, ARGENTINA

NOVEMBER 7-12, 1983



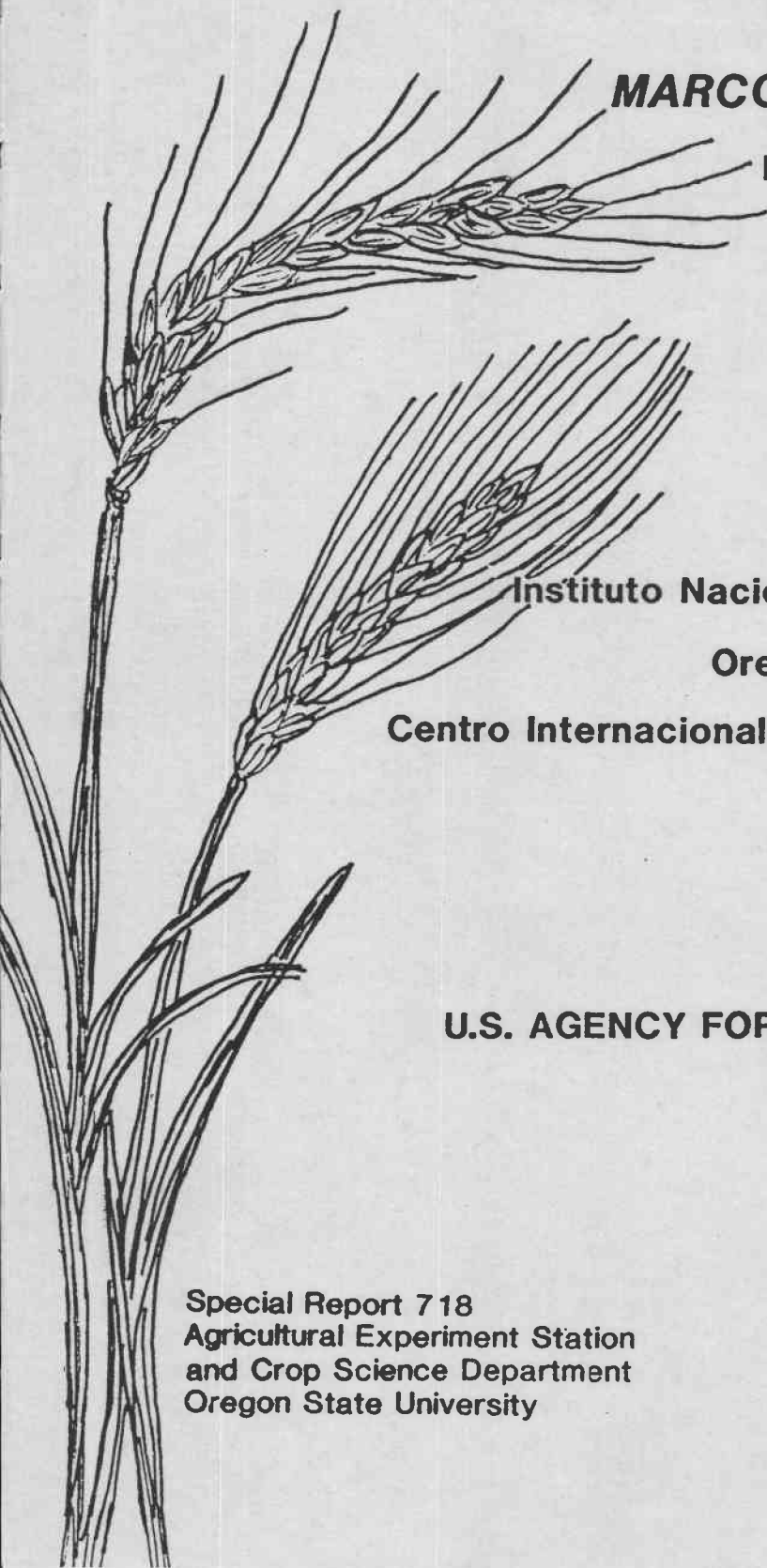
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Oregon State University

Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
Coop. Agr. DAN-0621-A-00-4044-00

**Special Report 718
Agricultural Experiment Station
and Crop Science Department
Oregon State University**



SIMPOSIO SOBRE FITOMEJORAMIENTO Y PRODUCCION DE CEREALES

Del 7 al 12 de noviembre de 1983

ORGANIZADO POR

Universidad Estatal de Oregon

Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo para el Cono Sur

SEDE

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Marcos Juárez, (CBA), Argentina

EN DEDICACION A LA MEMORIA DEL
ING. AGR ERNESTO GODOY

El sábado 28 de mayo dejó de existir en la ciudad de Marcos Juárez (Córdoba) el Ing. Agr. Ernesto F. Godoy. El extinto cumplió una importantísima labor en el Ministerio de Agricultura de la Nación y en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, habiéndose desempeñado como Director del Centro Regional Cordobes-Puntano y de la Estación Experimental Regional Agropecuaria Marcos Juárez. También estaba a su cargo la Coordinación del Programa Trigo del INTA.

Su deceso se produjo luego de una intensa jornada de trabajo. Se dedicaba con pasión a su trabajo, en la profesión que había elegido en su juventud y a la cual le dedicó su vida.

En 1933, inició su carrera en la Dirección General de Sanidad Vegetal dependiente del Ministerio de Agricultura. Se desempeña como Encargado del Laboratorio de Jose C. Paz en 1937, y en 1938 se traslada a Salta para ocupar la Jefatura del Laboratorio de Fitopatología.

En 1941 acepta la posición académica de Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata.

El Instituto de Tecnología Agropecuaria fue creado en 1958 y el Ing. Godoy fue nombrado Asistente de Investigaciones del Centro Regional Pampeano con sede en Pergamino (Buenos Aires).

En el año 1962 es designado Director del recién creado Centro Regional Cordobes Puntano con sede en Marcos Juárez, y Director de la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. La formación de los distintos grupos de trabajo es una de las contribuciones que realizó desde esta posición donde sirvió de guía y maestro a los técnicos jóvenes elevando el nivel nacional e internacional de la Estación Experimental de Marcos Juárez. Sirvió en esta posición hasta el año 1973.

Alejado de la dirección de la Estación Experimental de Marcos Juárez, continuó como Coordinador del Programa Trigo y Cebada Cervecera del INTA, que se lleva a cabo en siete estaciones experimentales, cargo que ocupaba hasta el momento de producirse su deceso. Como coordinador impulsó la investigación en trigo cuyo esfuerzo dio como resultado las nuevas variedades de trigo de INTA que tuvieron tanta incidencia en la producción nacional siendo la cosecha record lograda en 1982-83 la muestra más evidente.

En razón de sus muchos méritos en beneficio de la investigación en cereales, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria lo designa Académico Correspondiente, distinción que iba a recibir el 8 de junio.

En su larga carrera, el Ing. Godoy tuvo la oportunidad de visitar varios países en misión técnica. Las siguientes son algunas de dichas visitas:

1. The Third International Wheat Conference, Mexico. 1965.
2. Cuarta Reunión Latinoamericana de Fitotécnica, Santiago, Chile. 1968.
3. Primera Reunión de la Comisión de Trigo del Programa Cooperativo Regional para la Investigación Agrícola. Santiago, Chile. 1969.
4. Reunión de Producción de Trigo organizada por CIMMYT en México. 1971.

El 26 de Julio de 1979 le fue otorgado el "Premio Bolsa de Cereales de Buenos Aires 1979" en reconocimiento por sus contribuciones en la industria cerealera.

El Ing. Godoy ha publicado muchos trabajos siendo su última contribución "El Cultivo del Trigo", obra editada por INTA, 1981. Sus publicaciones constituyen un invaluable material de consulta para técnicos del país y del extranjero.

Esta publicación está dedicada a la memoria del Ing. Agr. Ernesto Florencio Godoy en reconocimiento por sus muchas contribuciones en el mejoramiento de cereales.

PROLOGO

El Programa Internacional de Trigo desarrollado por la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Universidad Estatal de Oregon (OSU) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha previsto la realización de simposios regionales y nacionales en las principales zonas trigueras donde se cultivan trigos invernales o facultativos. De esta manera se complementan los otros dos propósitos principales del programa que son el enriquecimiento de germoplasma y el entrenamiento de científicos en programas de postgrados o en pasantías. Los objetivos principales de los simposios regionales son: 1) reforzar las áreas de cooperación entre las agencias internacionales, regionales y nacionales dedicadas al mejoramiento de la producción de cereales; 2) promover de manera coordinada la cooperación y el apoyo entre las distintas agencias; 3) compartir los resultados de las investigaciones sobre fitomejoramiento, extensión y producción de trigo en la región, y en el programa internacional; 4) alentar la selección y entrenamiento de calificados investigadores y extensionistas.

Los simposios están diseñados para la presentación formal de temas relacionados con: producción de trigo, métodos de mejoramiento varietal, principales enfermedades de los cereales, prácticas culturales en trigo, características de calidad, extensión y aspectos económicos, sistemas de comercialización, programas de intercambio de germoplasma e información, y entrenamiento de futuros científicos. A continuación de las exposiciones se procede con visitas a los campos de producción con el objeto de observar los experimentos y los métodos de extensión y producción en las principales zonas trigueras dentro de la región.

De estos simposios de trigo se esperan los siguientes resultados: 1) un mejor entendimiento de los progresos y limitantes de las actividades cerealeras dentro de la región; 2) intercambio directo de información; 3) planeamiento del intercambio de germoplasma para zonas específicas, 4) desarrollo de vínculos personales más estrechos para una futura cooperación; 5) interactuar con los posibles futuros estudiantes del programa de postgrado en OSU

Existió el interés de parte del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina y del programa internacional de trigo de OSU-USAID-CIMMYT de realizar una revisión sobre la situación cerealera del Cono Sur durante 1983. El programa de OSU ha estado cooperando con 15 localidades de América del Sur durante los últimos 10 años. Existen muchas similitudes entre el estado de Oregon y la región del Cono Sur en cuanto a los principales problemas de enfermedades, pH del suelo, sequía, años con heladas tardías, calidad, etc. Muchos de los materiales usados en trigo como fuentes de resistencia a enfermedades como Septoria, roya de la hoja y roya del tallo son originarios del Cono Sur. Las introducciones de origen argentino recibidas en OSU han tenido un rol fundamental en la contribución de nuevo germoplasma de características promisorias. Dos estudiantes de Argentina y uno de Paraguay están actualmente realizando el doctorado (Ph.D.) en Mejoramiento y Genética de Cereales en el Departamento de Crop Science, OSU. En los últimos años OSU ha recibido varias visitas argentinas de representantes de agencias de investigación del sector público y privado, e inclusive la de un grupo de productores de trigo.

Este seminario y tour de campo en Argentina fue organizado en forma conjunta con el Ing. Agr. J. Nisi, Coordinador Interino del Programa de Investigación de

Trigo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-Marcos Juárez). El Dr. M. Kohli (director del CIMMYT para la Región del Cono Sur) participó también en la coordinación y conducción del tour. El seminario constó de disertaciones formales que se dividieron en seis sesiones durante dos días. Los temas específicos y los disertantes se detallan en el Índice. Se debe mencionar al Ing. Nisi y sus colegas del INTA de Marcos Juárez por la excelente organización de las reuniones.

Asistieron al seminario aproximadamente 100 participantes representantes de todas las agencias argentinas de investigación, extensión y producción cerealera, del sector público y privado, coordinadores regionales de CIMMYT y personal de la casa central de México, miembros del Grupo de Trigo de OSU, y colegas de países vecinos. El tour de tres días por los campos de producción abarcó las visitas a Marcos Juárez, Bordenave, Criadero Buck y Balcarce. La visita a Balcarce se vio suspendida debido a las inclemencias del tiempo, sin embargo, las visitas a las otras localidades aportaron gran información sobre la situación triguera y posibilitaron las discusiones e intercambio de ideas entre los participantes. Se expresa el agradecimiento por la gran generosidad de todas las personas que nos recibieron en cada lugar. También se expresa el agradecimiento a la Oficina Central de INTA y a los tres pilotos por los aviones y la seguridad durante los viajes.

La sesión final, que constó de un resumen y conclusiones sobre el seminario y visitas, se llevó a cabo en el Departamento de Genética en Castelar, cerca de Buenos Aires. El resumen y las conclusiones se incluyen en las actas del seminario.

Estas actas incluyen los manuscritos de todas las presentaciones en Castellano y en Inglés. Esta publicación consiste de dos secciones, la primera en Castellano, en papel blanco y la segunda en Inglés, en papel azul. Las traducciones al Castellano estuvieron a cargo de la Ing. Agr. Susana Rigato de Ré.

Este es el tercer simposio realizado como parte del programa de fitomejoramiento de trigo de OSU-USAID-CIMMYT. El primero se realizó en Perú en 1982 y el segundo en Tunisia. Se dispone de copias de las actas de cada simposio que pueden obtenerse escribiendo a Dr W. McCuistion, Oregon State University, Crop Science Department, Corvallis, Oregon, USA 97331.

INDICE

Pagina
1

Prologo

CEREMONIA DE INAUGURACION

Palabras Inaugurales: Ing. Agr. Leonardo Galletti, 6
Director Interino de EERA Marcos Juarez

SESION I

PRODUCCION DE CEREALES EN ARGENTINA Y EN OREGON

Coordinador: Ing. Agr. Leonardo Galletti

Produccion de Trigo en la Argentina 8
Ing. Agr. Jorge E. Nisi, EERA Marcos Juarez

La Produccion de Trigo en Oregon 24
Dr. W. L. McCuistion, Universidad Estatal de Oregon

SESION II

MEJORAMIENTO DE CEREALES

Coordinador: Dr. W. E. Kronstad

Mejoramiento de Trigo Pan en Argentina 30
Ing. Agr. Alfredo Calzolari, EERA Pergamino
Administrador Rural Santiago Garbini, EEA Bordenave

Mejoramiento de Trigo Pan en Argentina - Criadero "Buck" 36
Ing. Agr. Lisardo J. Gonzalez, Criadero Buck

Evolucion del Programa de Mejoramiento de Trigo
de Criadero Klein S.A. 41
Ing. Agr. Oscar Klein, Criadero Klein

Programa de Trigo Hibrido de Cargill en Argentina 45
Ing. Agr. Nestor Machado, Criadero Cargill

Mejoramiento de Trigo Candeal - I^o Parte 48
Ing. Agr. Hector Carbajo, Estacion Experimental de Barrow

Mejoramiento de Trigo Candeal - II^o Parte 51
Ing. Agr. Liliana Goni, Estacion Experimental de Barrow

Mejoramiento Genetico del Trigo en la Region del Cono Sur 53
Dr. M. M. Kohli, CIMMYT, Cono Sur

Tecnicas de Cruzamientos y Seleccin para el Mejoramiento de Cereales en los Estados Unidos de America	69
Dr. W. E. Kronstad, Universidad Estatal de Oregon	

Calidad Industrial y Comercial del Material de los Planes de Mejoramiento de INTA y su Relacion con los Mercados Internos y Externos	76
Ing. Agr. Evito E. Tombetta, EERA Marcos Juarez	

SESION III

PATOLOGIA DE CEREALES

Coordinador: Ing. Agr. Edwald Favret

Principales Patogenos que Afectan la Produccion de Trigo en la Argentina	93
Ing. Agr. Enrique Antonelli, Castelar	
Nuevas Aproximaciones en el Mejoramiento de Resistencia a Enfermedades	115
Ing. Agr. Edwald Favret, Departamento de Genetica	
Trigo: Desarrollo de Cultivares Resistentes a Afidos	131
Ing. Agr. Hector Arriaga, Universidad de La Plata	

SESION IV

PRACTICAS CULTURALES EN EL CULTIVO DEL TRIGO

Coordinador: Dr. Matthew McMahon

Investigacion Agronomica en la Region Pampeana Humeda - Argentina	144
Ing. Agr. Pedro Novello, EERA Marcos Juarez	
Ing. Agr. Carlos Senigagliesi, EERA Marcos Juarez	
Produccion de Trigo en la Region Semiarida Argentina	152
Ing. Agr. Adolfo Glave, EERA Bordenave	
Produccion de Trigo-Soja en la Region Pampeana Humeda de Argentina	161
Ing. Agr. Alfredo Lattanzi, EERA Marcos Juarez	
Labranzas Conservacionistas para la Produccion de Trigo en la Pampa Humeda	166
Ing. Agr. Oscar Hansen, EERA Pergamino	
Agronomia del Trigo en el Cono Sur de America Latina	172
Dr. Matthew McMahon, CIMMYT, Cono Sur	
Tecnicas para la Produccion de Cereales bajo condiciones Climaticas Semiaridas	178
Dr. Floyd Bolton, Universidad Estatal de Oregon	

Las Malezas en la Produccion de Trigo	200
Ing. Agr. Alberto Bianchi, EERA Marcos Juarez	
Ing. Agr. Raul Rossi, EERA Pergamino	

El Control de Malezas en la Produccion de Cereales en la Region Pacifica del Noroeste de E.E.U.U.	204
Dr. Jean Dawson, USDA-ARS, Washington State	
Dr. Arnold Appleby, Universidad Estatal de Oregon	

La Produccion de Trigo en la Republica Federal de Alemania	211
Dr. Andreas Bramm, Republica Federal de Alemania	

SESION V

PROGRAMAS COOPERATIVOS Y DE ENTRENAMIENTO

Coordinador: Dr. W. L. McCuistion

Distribucion, Evaluacion y Uso de Germplasma Diverso	229
Dr. W. L. McCuistion, Universidad Estatal de Oregon	

La Computadora - Un Asistente del Agronomo	235
El Encuentro con la Computadora	240
Sra. Nan Scott, Universidad Estatal de Oregon	

La Instruccion de Futuros Cientificos	251
Dr. W. E. Kronstad, Universidad Estatal de Oregon	

SESION VI

EXTENSION Y ASPECTOS ECONOMICOS DEL CULTIVO DE CEREALES

Coordinador: Dr. Carlos Baque

Programa de Extension en Trigo	254
Dr. Carlos Baque, INTA Central	

Activades Regionales de Extension en Trigo	262
Ing. Agr. Ezequiel Fonseca, CREA	

Evolucion del Cultivo de Trigo en los Ultimos Veinte Anos en el Area de la Estacion Experimental Regional Agropecuaria Marcos Juarez	266
M.S. Miguel A. Peretti, EERA Marcos Juarez	

La Produccion de Cereales en Condiciones de Secano desde el Punto de Vista de un Productor	275
Sr. Larry Kaseberg, Universidad Estatal de Oregon	

Visitas a Instalaciones y Campos	279
----------------------------------	-----

Sesion Final	282
--------------	-----

Resumen y Conclusiones	288
------------------------	-----

PALABRAS INAUGURALES

L. Galletti

Señoras y Señores:

Iniciamos hoy con este acto un SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRIGO, por cuanto en su organización, desarrollo y conducción participan conjuntamente la Universidad de Oregon de Estados Unidos de Norteamérica, el CIMMYT - Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - con sede en México y nuestro Organismo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Valoramos infinitamente la distinción que significa la realización de este Seminario en esta Estación Experimental, por la responsabilidad de su organización, por el alto nivel de los disertantes que desarrollaran los diferentes temas, por la calidad de los trabajos presentados y por la calificada concurrencia de científicos de instituciones oficiales y privadas, a las cuales Uds. representan, razón por la que me es particularmente grato darles la mas cordial bienvenida.

La calidad de los trabajos presentados, seguro estoy, responden a los intereses de todos Uds., lo cual contribuirá al intercambio de información y de nuevas ideas.

Nuestros deseos son que este Seminario Internacional de Trigo brinde la oportunidad para que representantes de todas las instituciones se comuniquen entre sí: Ministerio de Agricultura, Universidades, Facultades de Agronomía, Centros de Investigación, Estaciones Experimentales y del sector privado de la industria molinera y criaderos.

También que se discutan cuales son las principales limitantes de la investigación en esta area del conocimiento, de la extensión rural y de la producción triguera en general.

Asimismo, vuestra presencia aquí les permitirá conocer por dentro a esta joven Estación Experimental; joven porque recién el próximo año 1984 conmemoraremos sus 25 Años de puesta en funcionamiento.

Creada en 1959, en este suelo, para atender las necesidades de esta importante zona agrícola y en honor a este Seminario Internacional, diría en esta importante zona triguera del país.

El área de influencia de esta Estación Experimental abarca el sudeste de la Provincia de Córdoba y suroeste de la Provincia de Santa Fé, y en sus 4.000.000 de hectáreas, la mitad de su superficie está dedicada a la agricultura y la otra mitad a la ganadería.

El cultivo del trigo es el que ocupa su mayor extensión en la agricultura, siguiéndole el de la soja, luego el del maíz y los sorgos, por citar los más importantes.

Esta es la razón por la cual se conducen los importantes Planes de Mejoramiento Genético de Trigo y Soja, se contribuye al mejoramiento de la producción de los

otros cultivos ya citados, de la producción bovina y porcina, de la productividad del suelo, todo para beneficio de las respectivas comunidades rurales de la zona que son atendidas por trece Agencias de Extensión Agropecuarias, preocupadas, como todo el INTA, por el mejoramiento del nivel y calidad de vida de la Familia Rural.

Señoras y Señores, una vez más, bienvenidos a esta Estación y felicitaciones a los organizadores, coordinadores y conductores de este Seminario Internacional, pues con tan distinguida concurrencia el éxito está asegurado; sólo me resta, en nombre de la Dirección Nacional y Consejo Directivo del INTA, declarar oficialmente inaugurado este SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRIGO.

PRODUCCION DE TRIGO EN LA ARGENTINA

J. E. Nisi

Introducción

El trigo, considerando la superficie sembrada, es el cultivo más importante de nuestro país desde los mismos comienzos de nuestra agricultura a fines del siglo pasado. En la actualidad representa aproximadamente la tercera parte de la superficie dedicada a la producción de granos.

Dentro de nuestras exportaciones agrícolas el trigo sigue ocupando un lugar destacado, habiéndose exportado en 1982/83 más de diez millones de toneladas, debido a que la Argentina en la última campaña obtuvo la cosecha record de 15.130.000 Tn y el consumo interno es de 5.000.000 Tn.

En este aspecto Argentina registró un aumento sustancial en las exportaciones en la última década, como puede observarse en el Cuadro 1. Dicho incremento es atribuible en gran medida a las importaciones Soviéticas, de China y otros países socialistas. La participación de Argentina en el comercio mundial de trigo ha sido relativamente pequeña, inferior al 5%, excepcionalmente en el ciclo 1982/83 participó con el 8,4% (Cuadro 2). En este cuadro podemos observar el cambio operado en la estructura de los países exportadores e importadores. Entre 1961-63 la CEE era importante importador de trigo, en el trienio 1981/83 la CEE es exportador neto. Por otro lado URSS de exportador en 1961-63 a importador en 1981-83.

Regiones Trigueras

La región triguera argentina se extiende fundamentalmente en las Pcias. de Buenos Aires, Santa Fé, Córdoba, La Pampa y Entre Ríos. Está ubicada geográficamente entre los paralelos 31° y 40° de latitud Sur y entre los meridianos 58° y 65° de longitud Oeste, de Greenwich (Figura 1). Se extiende aproximadamente 1.000 Km de Norte a Sur y 600 Km de Este a Oeste.

La región triguera se caracteriza por abarcar dos áreas bien definidas. Una húmeda al este con un promedio anual de 800 mm y la otra semiárida al oeste con 600 mm de precipitación anual.

En la primera se cultiva aproximadamente el 60% de la superficie anual sembrada con trigo y en la segunda 35%, correspondiéndole a las zonas marginales el resto.

Fuera de la región señalada se siembra en secano y con riego en pequeñas áreas consideradas marginales. Así encontramos trigo en las Pcias. de Chaco y Formosa, en el noreste argentino (aproximadamente 60.000 Has.) y Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Jujuy en el noroeste (aproximadamente 55.000 Has). La producción de trigo en estas regiones marginales no tiene influencia significativa en la producción nacional y sólo tiene importancia como factor de diversificación agrícola y para el abastecimiento local.

El cultivo de trigo en la Argentina se realiza bajo condiciones de secano. En consecuencia el resultado de las cosechas está en función de la distribución

de las lluvias en el año y la economía del agua en el suelo, más que de la precipitación total. En esta amplia región el trigo se siembra desde principios de Otoño hasta fines de Invierno y se cosecha entre Noviembre y Enero según la latitud.

Por la gran extensión del área mencionada y las distintas condiciones de ambiente ha sido necesaria la división de la región triguera en cinco subregiones ecológicas, dos de ellas la II y la V a su vez subdivididas en Norte y Sur. Las mismas son las siguientes: Subregión I, Subregión II Norte, Subregión II Sur, Subregión III, Subregión IV, Subregión V Norte y Subregión V Sur.

Esta subregiones se establecieron con el propósito de aconsejar a los productores las variedades de mejor comportamiento para cada región, a través de una red de ensayos territoriales ubicados en diferentes localidades de la región triguera. De acuerdo al Cuadro 3 se observa una tendencia negativa en la producción de algunas subregiones trigueras del país, como la I, III y V Sur. La causa de esta situación es el bajo rendimiento unitario debido a la influencia de diversos factores. Entre estos podemos mencionar la irregularidad de las precipitaciones en el año y entre años, suelos deficientes en Nitrógenos, y además el trigo alterna con la ganadería, estando supeditado a la disponibilidad de forraje.

Las subregiones trigueras II Norte, II Sur y IV son las más importantes debido al gran aporte que realizan a la producción total del país. Son las regiones con mayor rendimiento unitario, con aproximadamente 2.000 Kg/ha en la subregión II Norte en el último quinquenio.

Estas regiones presentan condiciones agroecológicas muy favorables para el cultivo de trigo y es donde se aplica la mejor tecnología.

En la subregion IV además del trigo pan se siembra trigo candeal, produciéndose en el año 1981 85.000 Tn., estando este tipo de trigo en disminución debido principalmente a las epifitias de Fusarium en los años 1976 y 1977, que provocaron sensibles disminuciones en los rendimientos, optando entonces el productor por la siembra de cultivares de trigo pan.

Para analizar la evolución triguera en el país consideraremos la superficie sembrada, rendimiento y producción desde fines del siglo pasado hasta la actualidad.

En el año 1872 se sembraron 73.000 Has.. A partir de 1890 se operó un acelerado crecimiento de la superficie sembrada que de 3.250.000 Has. en 1899 (Grafico 1) llega en 1910 a 6.250.000 Has.. Varios factores influyeron para el desarrollo del cultivo, fundamentalmente la decisión del Estado de favorecer la inmigración y el establecimiento en colonias agrícolas, junto a la construcción de la red ferroviaria para el transporte de los granos a los centros de consumo y a los puertos.

En los primeros 30 años del presente siglo continuó la expansión del cultivo, alcanzando su máximo nivel en 1928 con 9.219.000 Has. Este nivel tuvo un descenso hasta 1941 con 7.300.000 Has y de allí en adelante la superficie sembrada disminuyó hasta estabilizarse en alrededor de 5.500.000 Has. y luego alcanzar la cifra más baja en 1970 con 4.100.000 Has.

La superficie media sembrada en el decenio 1973-82 fue de 5.754.980 Has. y el incremento de 215.647 Has/año (Grafico 2).

En cuanto a la evolución de los rendimientos pueden señalarse tres etapas estrechamente relacionadas con los trigos que mayor difusión presentaron en cada período y que incidió en la orientación de la producción triguera argentina.

La primera etapa, hasta 1935 (Gráfico 3), se caracterizó por la siembra de poblaciones traídas por los inmigrantes y variedades introducidas y las primeras variedades de pedigree, entre las que se destacaron Klein Favorito, 38 MA y Limcalet M.A.

En 1912 se inició el mejoramiento con base científica con la contratación del especialista inglés Guillermo BACKHOUSE, quién realizó selecciones genealógicas y los primeros cruzamientos. El rendimiento medio en este período osciló alrededor de los 700 Kg/ha y el incremento fue de 1,78 Kg/ha/año (Grafico 3).

La segunda etapa, hasta 1973, se inició con la promulgación de la Ley de granos Nº 12.253, por la cual se estableció como prioridad a la calidad industrial en la obtención de nuevas variedades, seguida de la sanidad y un tercer lugar el rendimiento.

El rendimiento promedio alcanzó en este lapso aproximadamente los 1.300 Kg/ha y el incremento fue de 13,14 Kg/ha/año (Gráfico 4). En este período las variedades de mayor difusión fueron Sinvaloch MA, Klein Cometa, Benvenuto INCA, Klein Rendidor y Buck Atlántico.

En la última etapa, en el decenio 1973-1982, el rendimiento promedio fue de 1.613 Kg/ha y el incremento de 29 Kg/ha/año (Grafico 5). Este significativo incremento se debe a la difusión de variedades que incluyen germoplasma mejicano entre los que se han destacado Marcos Juárez INTA, Leones INTA, Buck Nandú, Klein Chamaco y Victoria INTA. Los rendimientos muestran una sostenida tendencia ascendente, aunque los incrementos distan de los logrados por los países de alta tecnología, especialmente en las últimas décadas (Cuadro 4). Sin embargo los incrementos logrados, 11,81 Kg/ha/año, a través de los 70 años (Gráfico 6) se debe casi exclusivamente al mejoramiento genético, sin que la tecnología del cultivo haya tenido una evolución paralela.

Con respecto a la producción (Gráfico 7) siguió un proceso similar al de la superficie pero con oscilaciones más acentuadas, obteniéndose la mayor producción el año pasado, 1982, con 15.130.000 Tn.

La producción media en el último decenio, 1973-1982, alcanzó a 9.211.000 Tn y un incremento de 490.848 Tn/año (Gráfico 8).

Si bien la superficie influye sobre la regularidad de la producción, las grandes oscilaciones son determinadas principalmente por condiciones climáticas.

Por último podría esperarse un nuevo impacto en los rendimientos si se llegara a utilizar masivamente la técnica de fertilización en algunas regiones con adecuada distribución de las precipitaciones, que permitiría no sólo expresar el máximo potencial de rendimiento de los cultivares sino también mejorar el nivel medio de calidad del país.

CUADRO 1 TRIGO - EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES MUNDIALES Y DE ARGENTINA

	MUNDO	ARGENTINA
VOLUMENES (MILL.TONEL..)		
1961/63	39,7	1,85
1971/73	46,7	1,36
1981/83	87,9	5,70
CRECIMIENTO TOTAL(%)		
1961/63 - 1971/73	17,7	-0,3
1971/73 - 1981/83	88,1	317,6

NOTA: PARA ARGENTINA DATOS ANUALES Y PARA EL MUNDO JULIO-JUNIO.

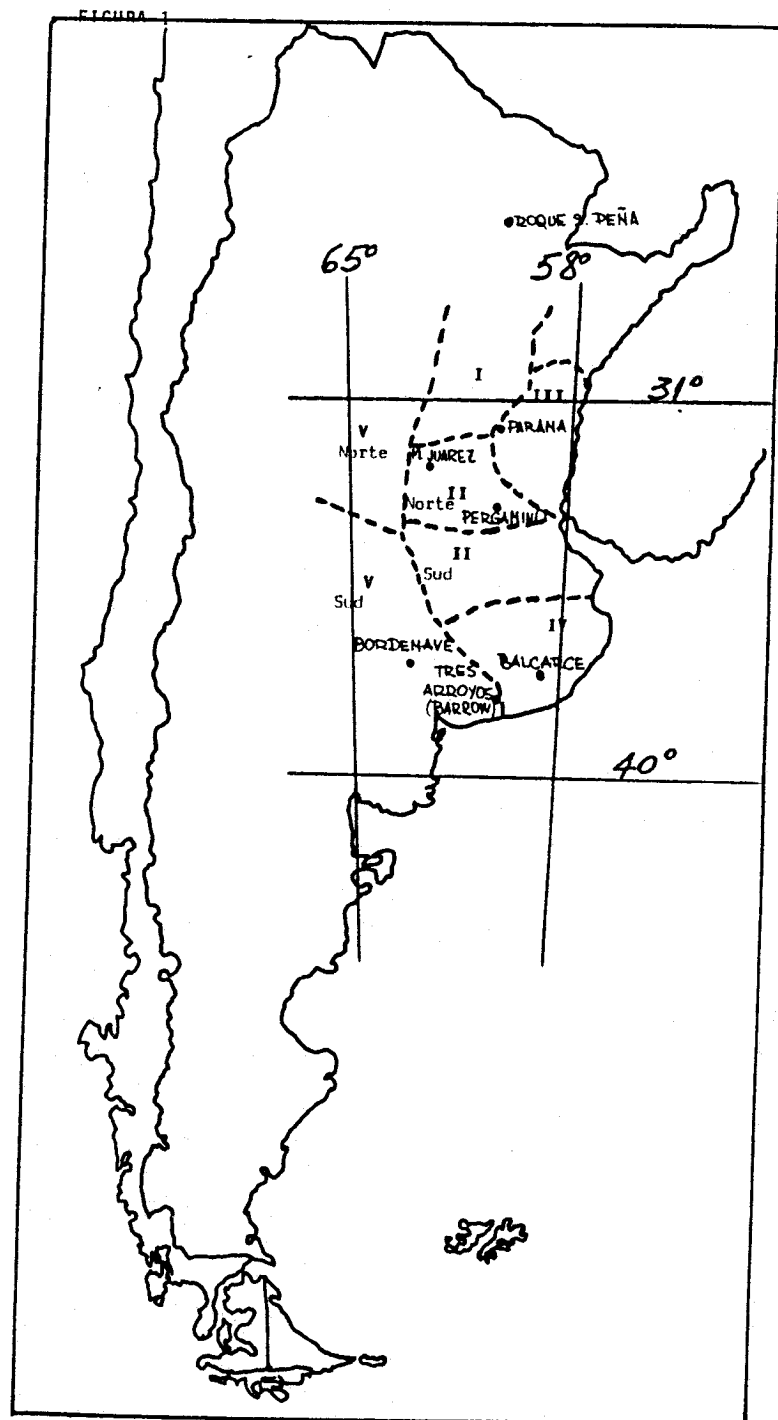
FUENTE: J.N.G. Y U.S.D.A.

CUADRO 2: ARGENTINA - EVOLUCION DEL DESTINO DE LAS EXPORTACIONES
DE TRIGO PAN

(%)

PAISES	1961/63	1971/73	1981/83*
<u>CAPITALISTAS DESARROLLADOS</u>	55,5	5,0	0,5
- CEE	52,1	2,3	0,5
- JAPON	-	2,8	-
- OTROS	3,4	-	-
<u>SOCIALISTAS</u>	4,0	-	78,2
- URSS	-	-	59,4
- EUROPA ESTE	0,5	-	-
- CHINA POPULAR	3,5	-	18,8
<u>PAISES EN DESARROLLO</u>	40,5	95,0	21,3
- AMERICA LATINA	40,5	71,8	8,9
- PAISES ARABES	-	-	11,8
- RESTO DE ASIA	-	12,1	0,5
- RESTO DE AFRICA	-	0,1	0,1
VOLUMEN TOTAL (MILL.TONEL.)	1,85	1,37	5,72
* PARA 1983 ES UNA PROYECCIÓN. FUENTE: J.N.G.			

REGION TRIGUERA
SUBREGIONES ECOLOGICAS



CUADRO 3 : TENDENCIAS DE SUPERFICIE SEMBRADA, COSECHADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO
EN LAS SUBREGIONES ECOLOGICAS TRIGUERAS I, IIN, IIS, III, IV, VN, VS Y
TOTAL DEL PAIS EN EL PERIODO 1971/72 - 1981/82

SUBREGIONES	SUPERFICIE SEMBRADA TENDENCIA	R ² (%)	SUPERFICIE COSECHADA TENDENCIA	R ² (%)	PRODUCCION TENDENCIA	R ² (%)	RENDIMIENTO TENDENCIA	R ² (%)
I	$Y=358862,47-17562,56 X$	65,81	$Y=262421,25-11513,98 X$	40,60	$Y=321108,00-7666,59 X$	7,27	$Y=1218,58+36,6000 X$	16,18
II NORTE	$Y=523356,54+75330,72 X$	81,94	$Y=537405,03+60429,64 X$	84,01	$Y=1096091,55+103315,66 X$	51,61	$Y=1937,2363-5,1909 X$	0,39
II SUR	$Y=452931,67+52315,05 X$	41,33	$Y=409527,09+48638,72 X$	39,97	$Y=614374,23+107427,58 X$	48,91	$Y=1593,6000+30,2636 X$	28,72
III	$Y=210299,99-12036,36 X$	30,61	$Y=168865,45-8615,45 X$	24,90	$Y=196667,27-9251,36 X$	15,31	$Y=1241,8727-3,8727 X$	0,17
IV	$Y=851164,09+19126,09 X$	21,32	$Y=811817,70+15730,74 X$	18,16	$Y=1503715,01+15526,11 X$	4,25	$Y=1829,9454-10,3545 X$	2,51
V NORTE	$Y=201987,52+13179,60 X$	21,67	$Y=149195,90+8934,31 X$	14,28	$Y=205243,70+8320,47 X$	4,70	$Y=1174,4181+6,6727 X$	0,62
V SUR	$Y=2179673,69-23220,60 X$	5,01	$Y=1899324,69-23699,73 X$	4,95	$Y=2573829,20-64670,29 X$	7,97	$Y=1342,2545-20,0727 X$	9,34
TOTAL DEL PAIS	$Y=4888930,90+102932,72 X$	15,27	$Y=4324398,18+85937,27 X$	13,04	$Y=6620181+148227,27 X$	9,30	$Y=1509,5636+5,8909 X$	1,57

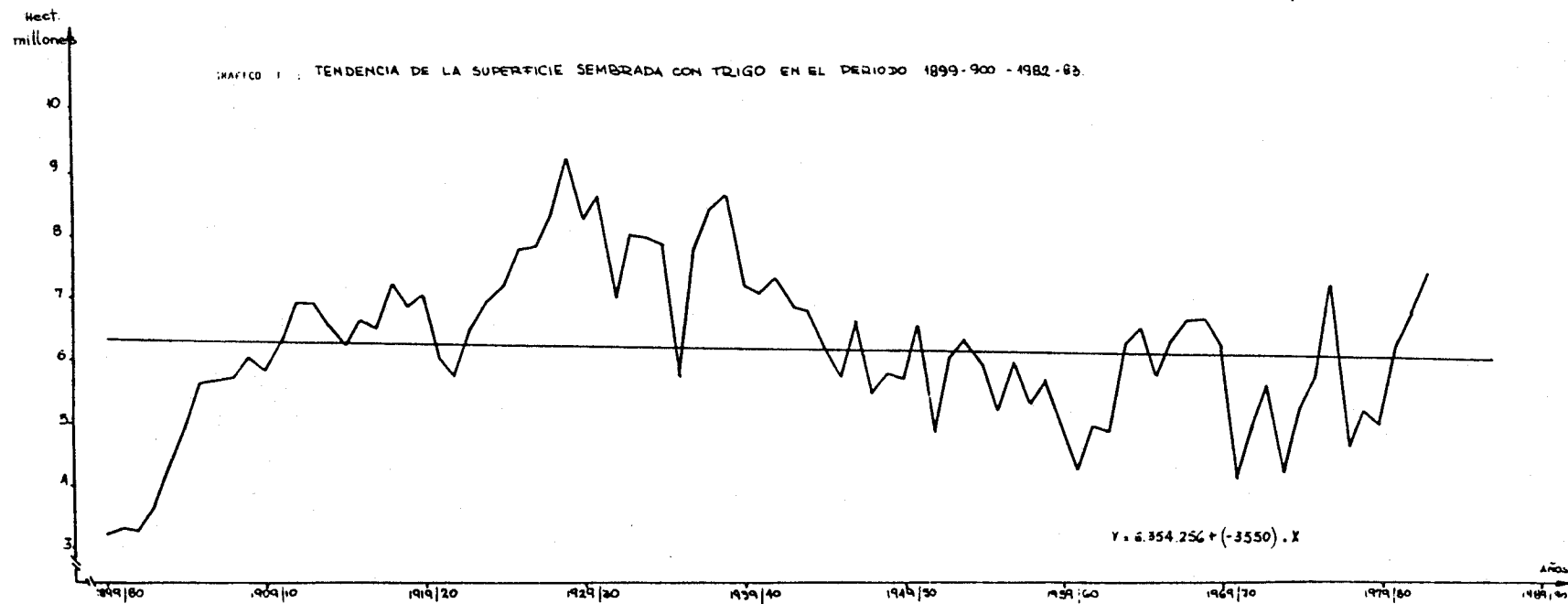
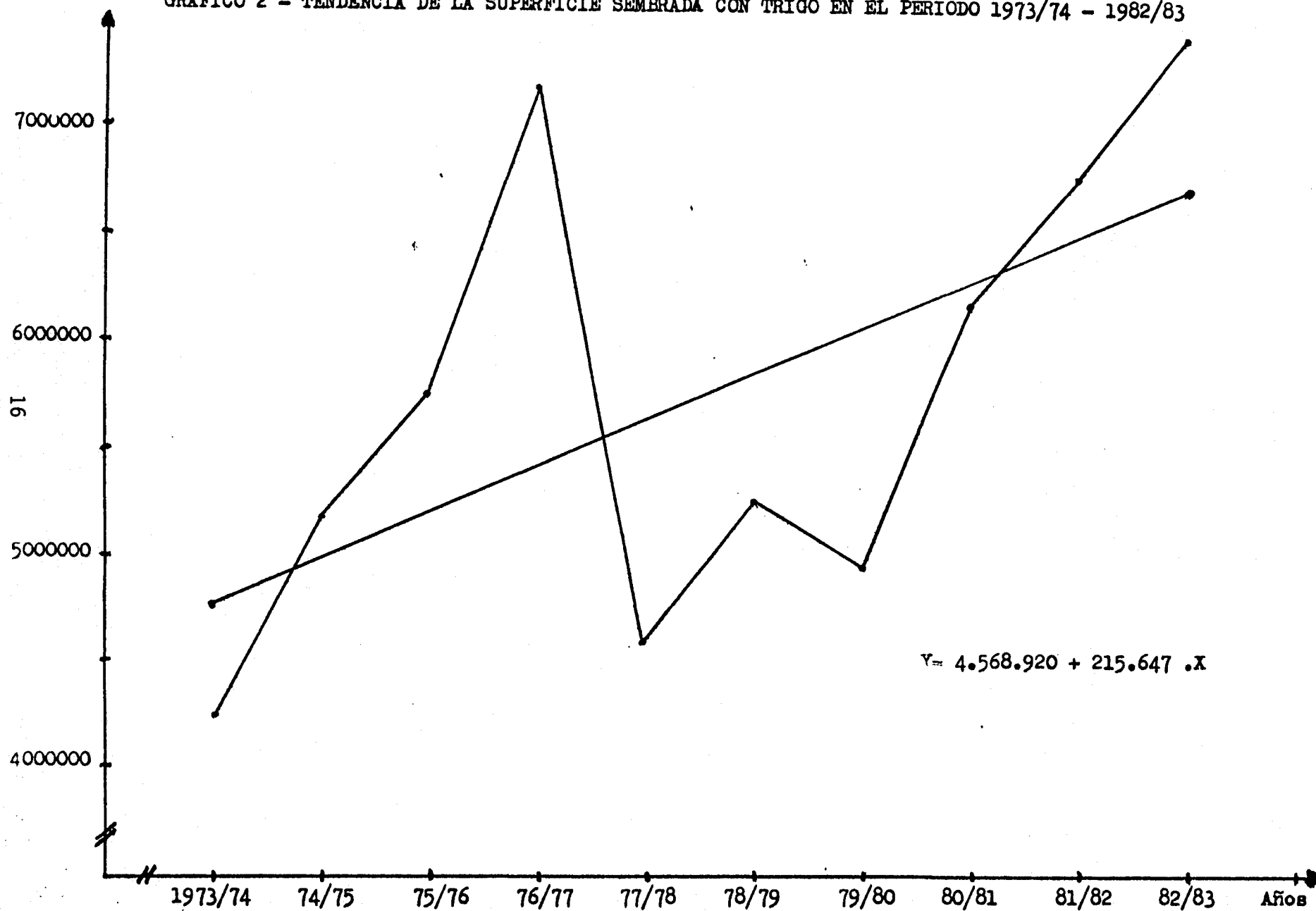
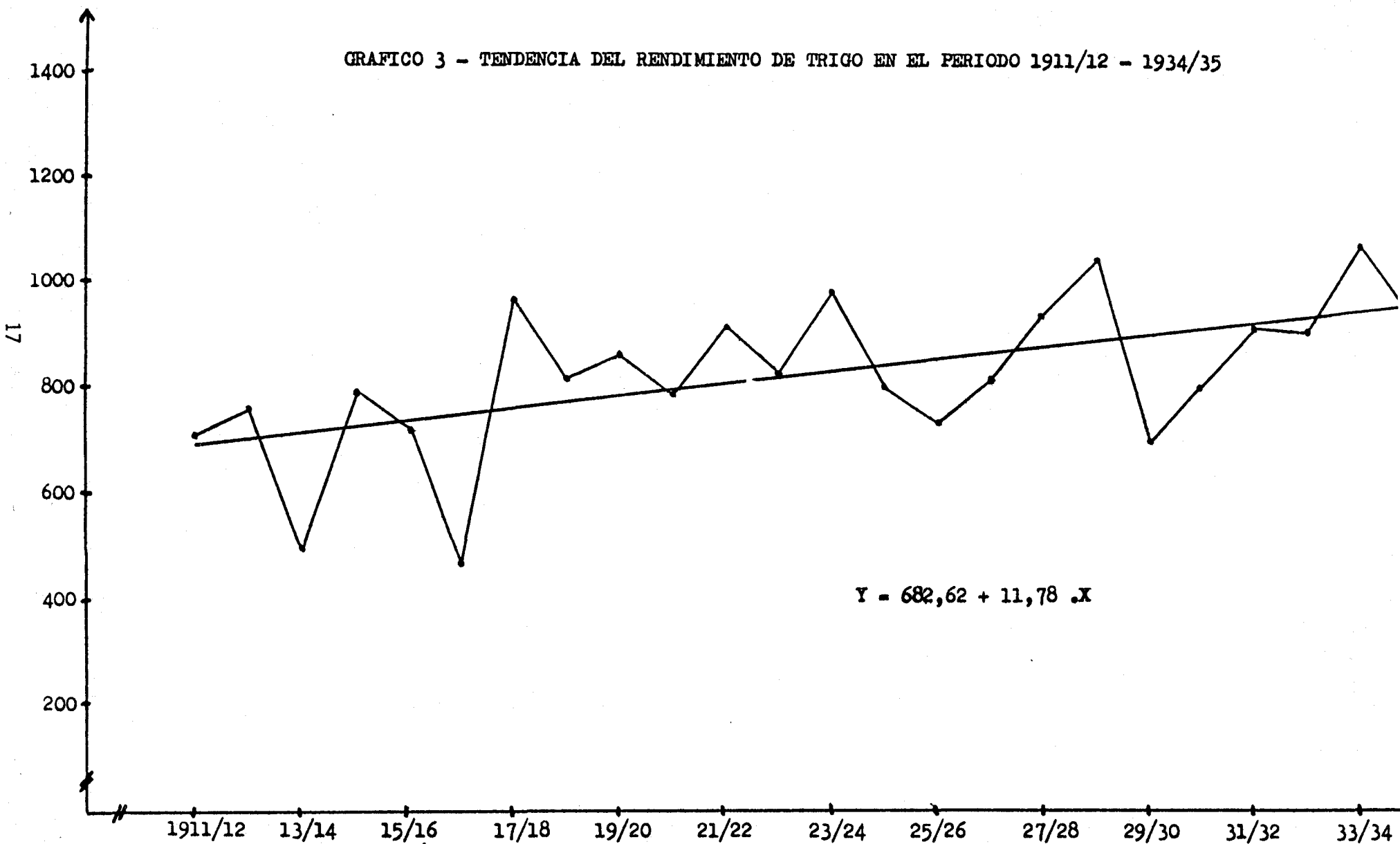


GRAFICO 2 - TENDENCIA DE LA SUPERFICIE SEMBRADA CON TRIGO EN EL PERIODO 1973/74 - 1982/83



Kg/ha

GRAFICO 3 - TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE TRIGO EN EL PERIODO 1911/12 - 1934/35



Kg/ha

GRAFICO 4

TENDENCIA DEL RENDIMIENTO EN TRIGO EN EL PERIODO 1934/35 - 1973/74

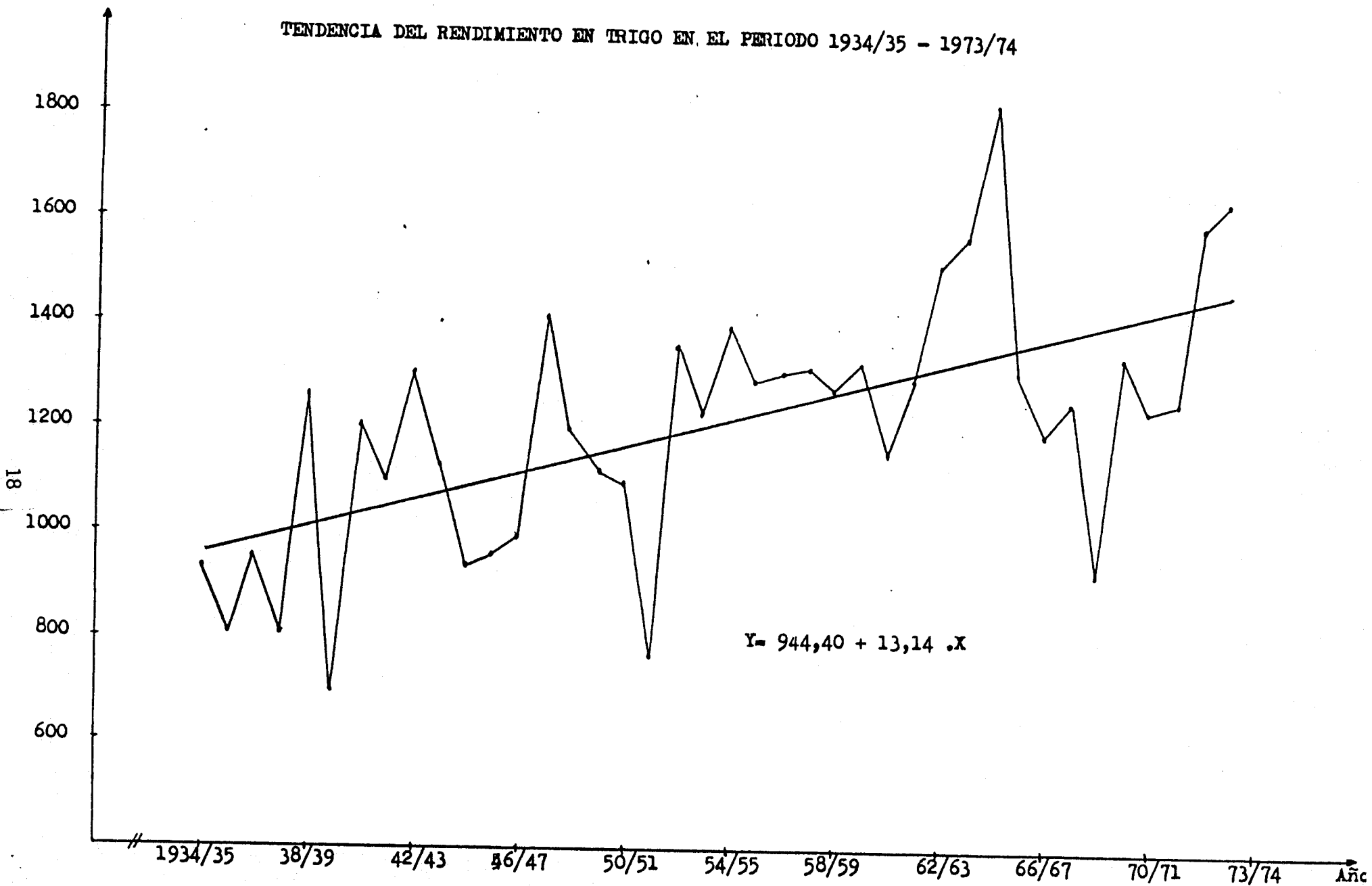
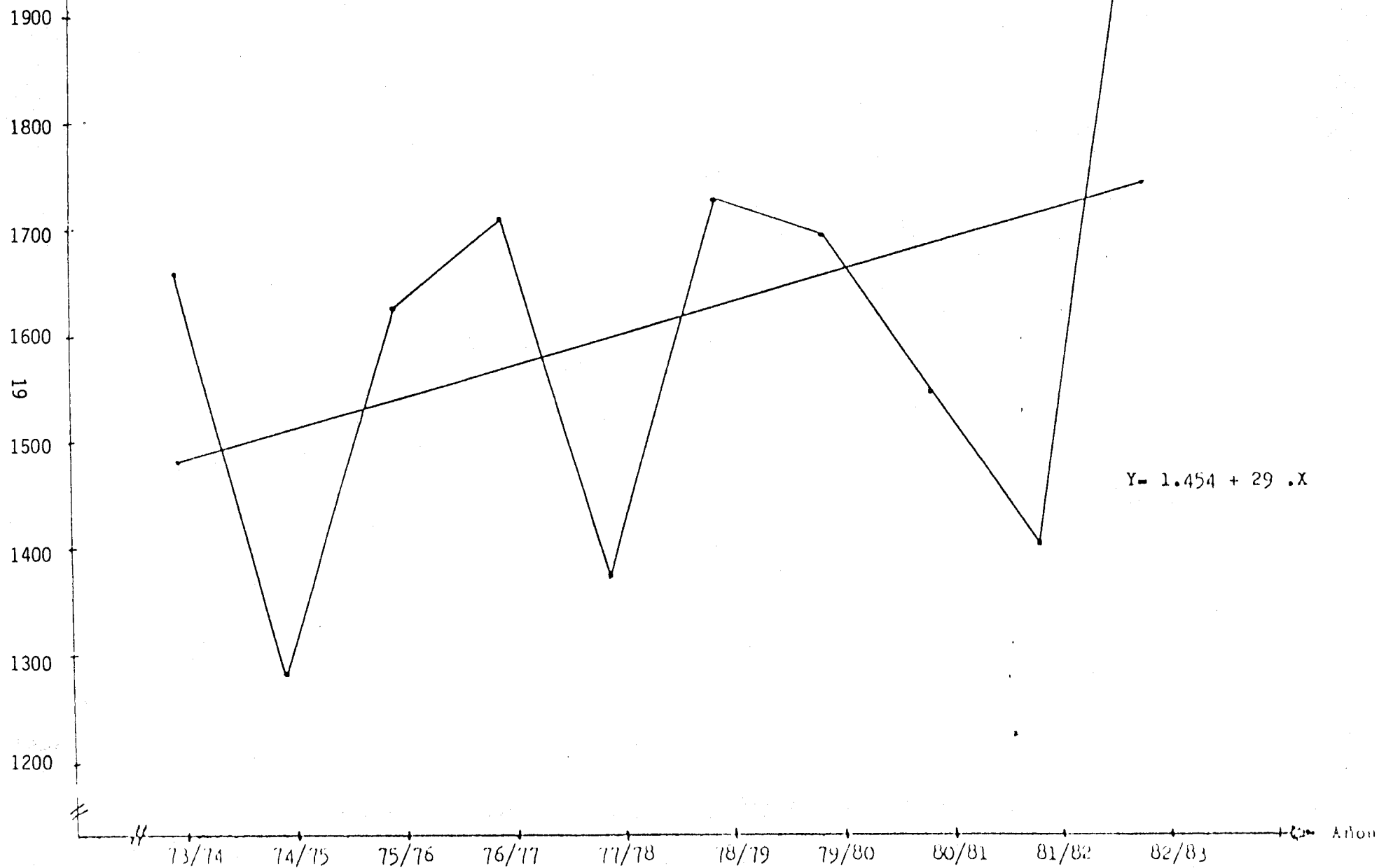


GRAFICO 5-TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE TRIGO EN EL PAIS EN EL PERIODO 1973/74-1982/83



CUADRO 4

RENDIMIENTO DEL TRIGO EN LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES

KILOGRAMO POR HECTAREA

PAISES	PROMEDIO 1976-80	PROMEDIO 1954-58	INCREMENTO	
			KG/HA	%
RUSIA	1.637	1.010	627	62
EE.UU.	2.152	1.442	710	49
CHINA.	1.751	1.055	696	56
INDIA.	1.456	724	732	101
CANADA.	1.884	1.036	578	44
FRANCIA	4.593	2.230	2.363	106
TURQUIA	1.816	986	830	84
AUSTRALIA	1.271	1.132	139	12
PAKISTAN.	1.444	782	662	85
ITALIA.	2.605	1.816	789	43
ARGENTINA. . . .	1.627	1.324	303	23
ALEMANIA FEDERAL	4.698	2.902	1.796	62
PROM.MUNDIAL	1.830	1.190	640	54

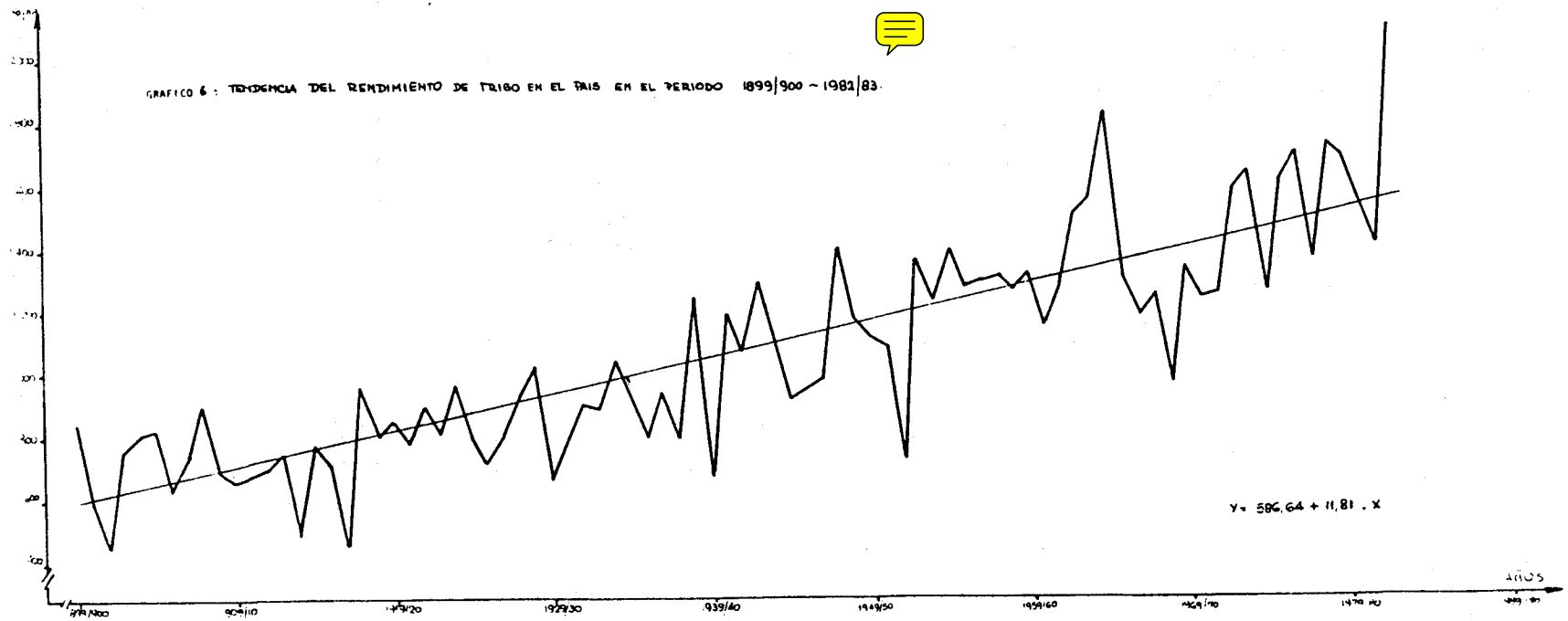
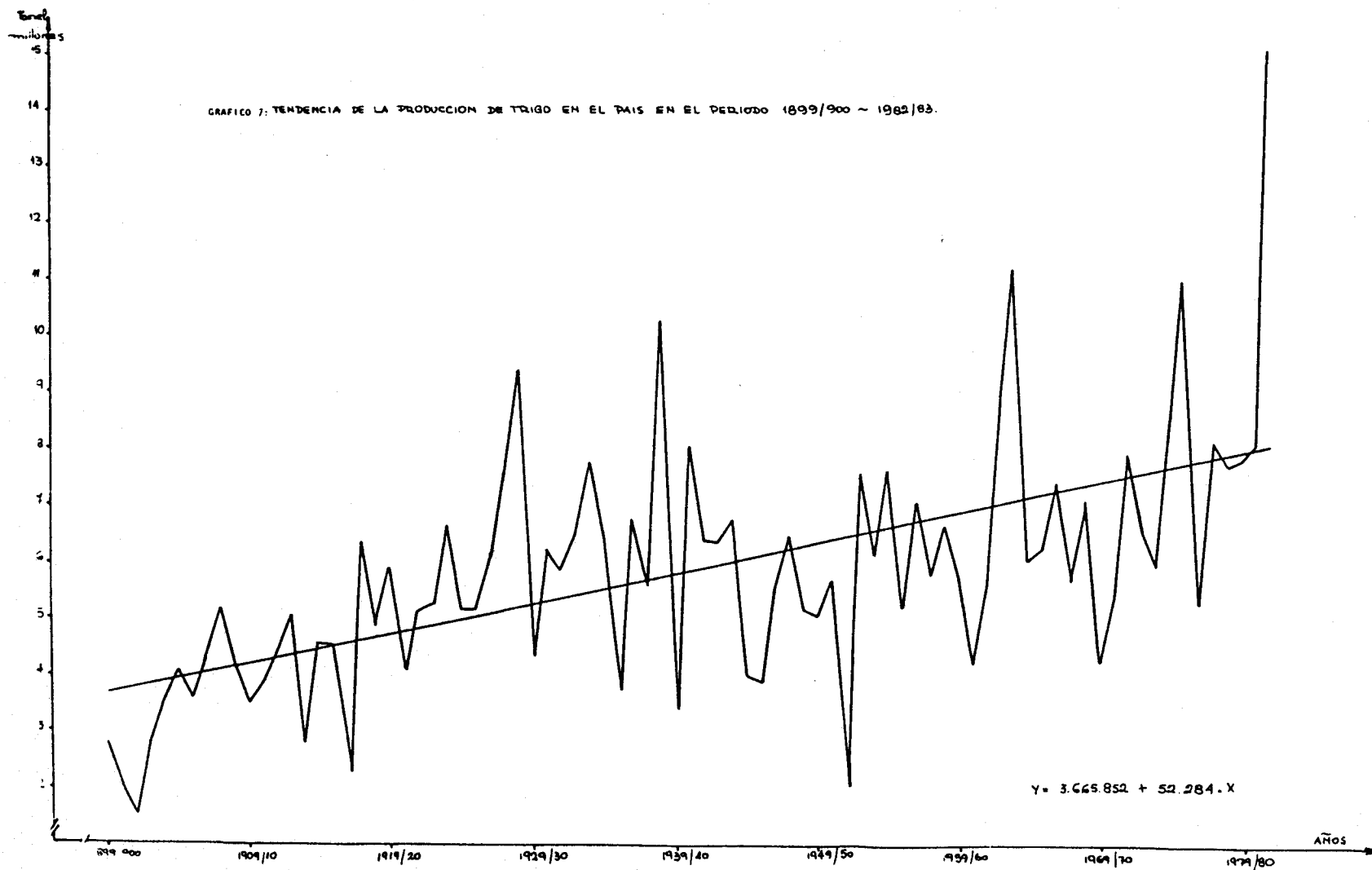
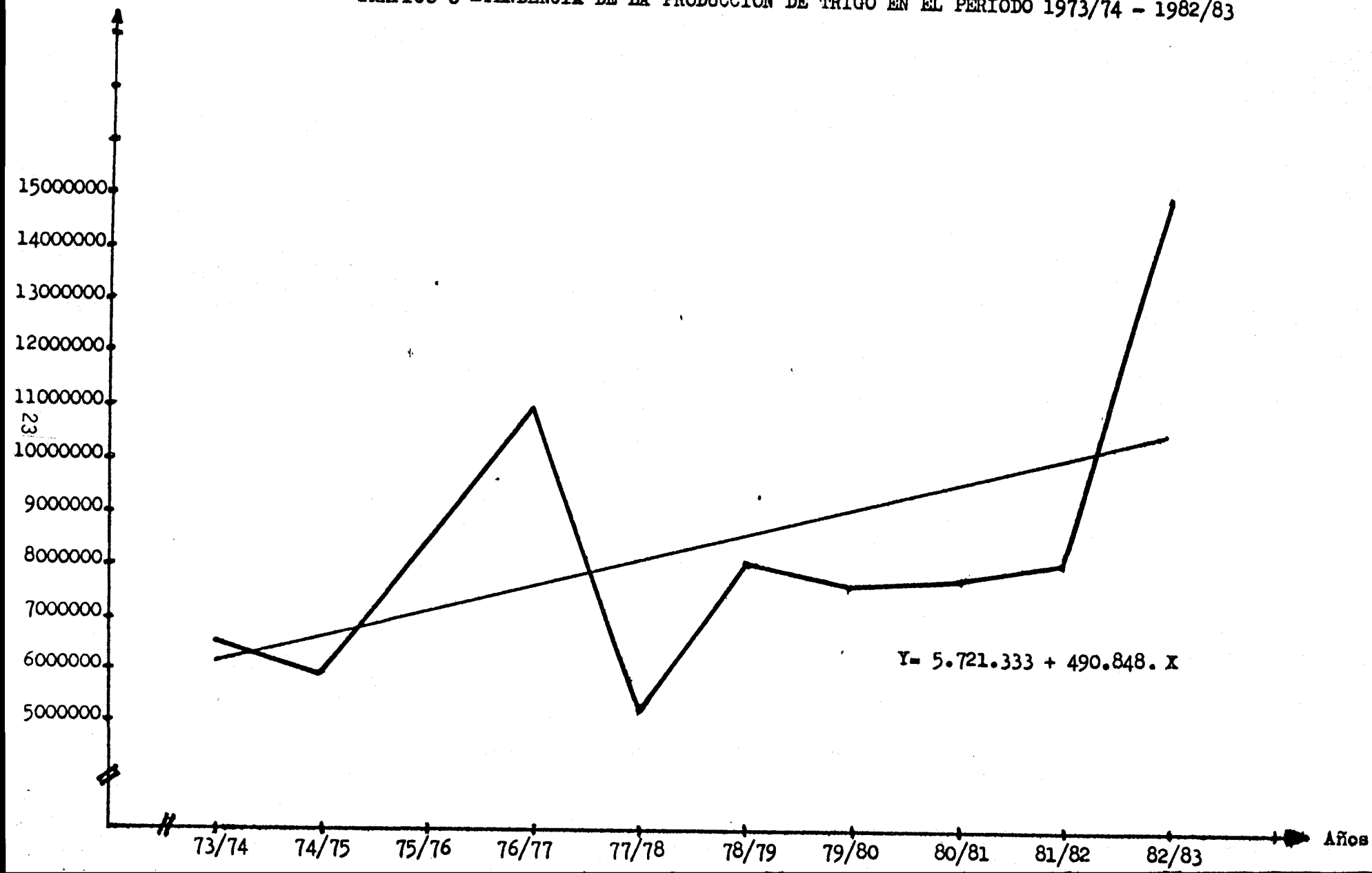


GRAFICO 7: TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE TRIGO EN EL PAIS EN EL PERIODO 1899/900 ~ 1982/83.



Toneladas

GRAFICO 8 -TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE TRIGO EN EL PERIODO 1973/74 - 1982/83



LA PRODUCCION DE TRIGO EN OREGON

W. L. McCuistion

El estado de Oregon y sus estados vecinos, Washington e Idaho, se conocen bajo el nombre de región Pacífica del Noroeste (Pacific Northwest). Esta región es extremadamente diversa en cuanto a altitud, precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas, etc. El trigo es un cultivo de amplia difusión en el estado de Oregon y en toda la región Pacífica del Noroeste. La principal región productora de trigos invernales se encuentra en el norte del estado ocupando una tercera parte del mismo. De los 170 productos agrícolas realizados en el estado de Oregon, la producción de trigo ocupa la mayor área, con la más alta producción y las mayores ventas entre los cultivos comestibles. El área de trigo cosechado, rendimiento promedio, producción total y cantidad de ventas totales del Estado de Oregon y de la región Pacífica del Noroeste se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Área, Producción e Ingreso Bruto de Trigo en el Estado de Oregon y en la región Pacífica del Noreoeste-1982

Área	Área Cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción total(ton)	Ingreso Bruto (millones)
Oregon	486.000	3629	1.759.091	254.8
Región	2.242.700	3600	8.127.273	1.177.1

Los estados ubicados en el oeste propiamente dicho de los Estados Unidos de América, históricamente, han producido trigos blandos blancos y Oregon que se encuentra al norte de los 42 grados de latitud N, produce predominantemente trigos invernales. El porcentaje de cada tipo de comercialización y la producción total en Oregon se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción de Trigo por Tipo de Comercialización.1982.

Tipo de Trigo	% del total	Producción total (ton)
Blanco-Invernal	85	1.495.227
Blanco Club-Invernal	7	123.136
Rojo duro-Invernal	2	35.182
Blanco y rojo-Primavera	6	105.546
	100	1.759.091

Nota: En el sistema de los Estados Unidos, la clasificación de la calidad de los trigos se basa en la textura del endosperma.

Un pequeño porcentaje del área de trigo invernal blando blanco se dedica a la producción de trigos compactos (Triticum compactum). Este tipo de trigo tiene buena adaptación a la región de bajas precipitaciones donde la sequía y los problemas del invierno son muy comunes. Los cultivares que han sido desarrollados en esta región y que son cultivados desde hace muchos años no tienen alto potencial de rendimiento, sin embargo son trigos blandos blancos de excelente calidad. Estos trigos se destinan principalmente para repostería exportándose algo para fideos japoneses y para un cierto tipo de tortas. Para satisfacer las normas de calidad este tipo de trigo debe presentar bajo contenido proteico y de gluten, un alto rendimiento en harina, buena textura, viscosidad y un diámetro de galleta aceptable. También se produce un pequeño porcentaje de trigo rojo y duro de invierno, y en las zonas de muy bajas precipitaciones se hace algo de trigos primaverales. Estos trigos deben tener un alto contenido de proteínas, buena fuerza de gluten y propiedades balanceadas de molienda y horneado.

La ganadería es de relevante importancia en la zona agrícola de Oregon, y se necesita por lo tanto un gran volumen de granos y cultivos de verdeo. Existe un programa de fitomejoramiento de cultivos forrajeros para granos que incluye trigo, centeno y triticale, establecido para la producción de vegetación de alta palatabilidad, de altos rendimientos de granos y altos niveles de proteína en el grano. Todos los standards de calidad son cuidadosamente controlados a través del programa de desarrollo de variedades que posee el proyecto Cereales. Los valores del contenido proteico y de dureza del grano se obtienen por medio de un analizador infrarrojo en nuestro laboratorio. Los análisis completos de calidad se realizan en el laboratorio regional de calidad.

Existen cinco regiones cerealeras de importancia dentro del estado de Oregon. Esta división se basa principalmente en la cantidad y distribución de la humedad disponible durante el ciclo del cultivo. Tres de esas zonas se clasifican en zona de bajas, medias y altas precipitaciones con 400, 400-600 y más de 600 mm, respectivamente. Las tres cadenas montañosas que atraviesan el estado de norte a sur, y el Océano Pacífico, que lo bordea, representan factores muy importantes que ejercen gran influencia sobre estas zonas climáticas.

Existen varias regiones bajo riego dentro del estado ya sean de riego por surco o por aspersión, usándose en este último tipo de riego el sistema de líneas rodantes o los grandes pivotes centrales. El gran Río Columbia que marca el límite norte del estado de Oregon brinda abundante agua y energía hidroeléctrica para los cultivos bajo riego.

Sistemas de Cultivos

Los sistemas de cultivos para cada una de las regiones productoras son bastante distintos, lo que puede observarse en la Tabla 3. La región de bajas precipitaciones tiene un sistema de manejo particular para conservar la humedad y realiza un cultivo cada dos años. Este tema será presentado más adelante en detalles por un colega. La zona intermedia sigue un sistema anual ya sea con rotación trigo-porotos y arvejas o trigo sobre trigo. El aumento de las enfermedades, insectos y malezas de cereales, especialmente de Bromus tectorum, induce al productor a hacer rotaciones, cuando éstas son posibles. La zona de altas precipitaciones que se extiende entre la alta cadena de montañas llamadas Cascades y el Océano Pacífico es una zona ideal para la producción de cultivos para semillas. En esta zona se producen grandes cantidades de semillas de

gramíneas, hortalizas, y de otros tipos, exportándose a todo EEUU y a otros lugares del mundo. El trigo se rota con estos cultivos para semillas, en esta zona algunos productores realizan trigo sobre trigo por varios años observándose marcadas reducciones del rendimiento debido a la incidencia del pietín (Gaeumannomyces graminis var. tritici Walker).

Tabla 3. Sistemas de Rotaciones en las Regiones Cerealeras de Mayor Importancia de Oregon.

Region Productora	Rotaciones
de bajas precipitaciones de precipitaciones inter- medias de altas precipitaciones	menos de 400mm 400-600mm 600 o mas
de riego con pivotes valles bajo riego	Trigo-barbecho-trigo Trigo-porotos o arvejas Trigo-Cult.para semillas (gramíneas u otros cult.) Alfalfa-trigo-papas Remolacha azucarera-trigo- cebollas

Amplias áreas de suelos arenosos en la zona de pocas precipitaciones del estado de Oregon y Washington, previamente imposibles de cultivar, se han incorporado a la producción por medio de la instalación de sistemas de riego de pivotes centrales que funcionan con el agua proveniente del río Columbia. Se pueden obtener altos rendimientos de alfalfa, trigo y papa pero existen ciertos problemas como ser incidencia de enfermedades y balance mineral del suelo que deberan ser resueltos para poder mantener el alto potencial de rendimiento. Varios valles bajo riego producen cultivos como la remolacha azucarera, siendo las cebollas y el trigo los cultivos que se usan como rotaciones. Las variedades desarrolladas para las zonas bajo riego o para la zona de altas precipitaciones deben ser de tallos fuertes y semienanas para poder resistir al vuelco.

Prácticas de Manejo

Las prácticas de manejo utilizadas a través de todo el estado de Oregon varían de acuerdo a la cantidad total de lluvias, a la topografía, al tipo y profundidad de suelo y a las enfermedades y malezas presentes. En la región de altas precipitaciones del oeste de Oregon, la profundidad y el drenaje del suelo dictan el potencial de rendimiento que varía entre 9.500 kg/ha en los suelos profundos y de buen drenaje, hasta 4000 kg/ha en las sierras, de suelos de poca profundidad y de mal drenaje. La preparación de la cama de siembra es extremadamente importante para un buen stand de plantas y para tener una buena aereación del suelo y buena penetración del agua. Si el trigo entra en el invierno con un sistema radicular bien desarrollado y con un buen crecimiento vegetativo sufrirá menos los efectos de la erosión hídrica, de la competencia de malezas, de las temperaturas extremas y de las enfermedades. La época de siembra es crítica en esta región. Se aconseja a los productores sembrar alrededor del 15 de octubre donde existen menos riesgos de pietín, y con anterioridad a esta fecha si existen problemas de infiltración del suelo y se quiere aprovechar el suelo bien drenado. Para reducir la severidad del Pietín, además de una siembra tardía, se puede fertilizar en bandas en el momento de la siembra con nitrógeno de amonio, fósforo, azufre y cloro. Cualquier factor que

afecte negativamente a la planta durante su período de crecimiento o durante los meses de invierno, incrementará la incidencia de las enfermedades. Los daños por agua estancada, especialmente después de la germinación y después de que comienza el crecimiento de primavera son a veces muy severos. Los suelos en esta región son de pH bajo siendo necesarias las aplicaciones de cal cada dos o cuatro años. El encalado se hace necesario en suelos de pH menores de 5.8.

Los análisis de suelos pueden realizarse en todo el estado, en las instituciones federales, estatales, y en las privadas, siendo estos servicios usados regularmente por los productores. Las recomendaciones sobre la cantidad de fertilizante a aplicar se basan en los valores obtenidos de los análisis del suelo hechos en los laboratorios. El N es el nutriente que se encuentra comúnmente limitando el rendimiento en todas las regiones trigueras. El Servicio de Extensión de OSU ofrece guías de fertilizantes para productores para una correcta elección de la cantidad a usar. Las recomendaciones de las guías se basan en a) estimaciones precisas del potencial de rendimiento, b) un análisis de suelo con anterioridad a la aplicación, y c) cantidad y distribución de las lluvias otoñales e invernales. En la Tabla 4 se presentan ejemplos de las recomendaciones más comunes de fertilizantes nitrogenados para trigo en rotación con distintos cultivos en la región de altas precipitaciones.

Tabla 4. Cantidades Comunes de Nitrógeno Recomendadas para Aplicaciones de Otoño y Primavera para la Zona de Altas Precipitaciones.

Cultivo	Cantidad de N	
	Otoño	Primavera
Trigo sobre trigo o gramíneas para semillas	20-40	120-140
Trigo sobre leguminosas para granos o cultivos en surcos	nada	80-110
Trigo sobre leguminosa perenne	nada	60-90

Las recomendaciones para la zona de bajas precipitaciones serán presentadas en otro papel, por otro colega. El uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados por los productores trigueros en el Estado de Oregon es grande.

Investigaciones en Cereales

Existe una gran cantidad de centros de investigaciones agrícolas dentro del estado de Oregon, sin embargo, la investigación de cereales está limitada a 8 estaciones experimentales representantes de las zonas climáticas mencionadas anteriormente. Los mayores centros de investigación son: Sherman County (centro-norte de Oregon, 200 mm de lluvias), Pendleton (noreste de Oregon, 500mm), y Corvallis (centro oeste de Oregon, 1000 mm). Existen otros centros secundarios de investigación cerealera que representan las zonas de riego: por aspersión por pivotes centrales, en Hermiston (noreste) y los valles bajo riego, en Ontario (centro-este), en Madras (centro) y en Klamath Falls/Medford (sur oeste).

Las investigaciones mayores dentro del sector público se realizan con fondos del estado de Oregon, de la Comisión de Trigo de Oregon, de USDA, de USAID, de NSF (Fundación Nacional de Ciencias), de NIH (Instituto Nacional de la Salud), de NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio) y otros fondos.

Las investigaciones en cereales sobre sanidad vegetal son numerosas y de carácter interdisciplinario. La mayoría de las principales enfermedades de cereales pueden verse dentro de las zonas cerealeras de Oregon. También existen ciertas malezas aún difíciles de controlar. Los insectos afectan por ataque directo y además indirectamente en relación con las enfermedades. En la mayoría de las investigaciones sobre sanidad vegetal en trigo participan fitomejoradores, genetistas, edafólogos, fitopatólogos, entomólogos, agrónomos, y especialistas en malezas. El objetivo de los fitomejoradores y agrónomos es obtener máximo control sobre las plagas del cultivo a través del desarrollo de variedades de trigos resistentes y a través del manejo eficiente del sistema. En ciertas ocasiones se utilizan pesticidas para especies de Septoria de desarrollo temprano, para Cercospora y para pulgones que actúan como vectores del virus que causa enanismo amarillo de los cereales. Existen un grupo de herbicidas efectivos muy útiles, cuyas aplicaciones son una práctica común y necesaria durante la primavera y el otoño.

Multiplicación y Distribución de las Semillas

En el estado de Oregon, el desarrollo y multiplicación de las variedades se mantiene desde hace muchos años dentro del sector público y la competición por parte del sector privado es muy poca. Los fitomejoradores de trigo se encargan del desarrollo de las espigas/hileras iniciales para producir la categoría de semilla "breeder". El Departamento de Ciencia de los Cultivos (Crop Sciences Department) cuenta con un proyecto de Semilla de Fundación que administra, por medio de contratos con ciertos productores selectos, el aumento adicional de semillas "breeder" a semillas de "fundación". La Asociación de Mejoramiento de los Cultivos, dentro de la Universidad se encarga luego de las semillas y tiene la responsabilidad del incremento final de las semillas certificadas para la venta al productor. Debido a las enfermedades, especialmente la roya amarilla, que desarrollan la capacidad de atacar a las variedades comerciales difundidas, se deben realizar cambios varietales cada 5 o 7 años. El programa de mejoramiento de trigo ha podido brindar variedades para satisfacer las necesidades de los productores. Sin embargo existe el deseo de combinar otros caracteres de las plantas para reducir los posibles riesgos que éstos tienen.

Cosecha, Almacenamiento, Transporte y Distribución

Cuando llega el momento de la cosecha, el cultivo de trigo lleva ya acumulados costos considerables, por lo que la cosecha debe ser rápida y eficiente, contando con buenas instalaciones para el almacenamiento. El tamaño del cultivo de los productores de trigo varía entre 100 y 1000 ha lo que requiere la máxima mecanización de la cosecha y del transporte de granos. Un gran porcentaje de los granos cosechados son almacenados en los establecimientos o en grandes elevadores ubicados en las principales regiones trigueras. Aproximadamente el 85% de la producción de trigo de Oregon se exporta fuera de los Estados Unidos de América. Se han creado agencias de comercialización sumamente organizadas que se encargan del transporte y distribución de los granos de cereales dentro de los Estados Unidos y en los mercados en el exterior.

Servicio de Extensión

La coordinación de las actividades de extensión en las zonas trigueras del estado de Oregon está bajo la responsabilidad de un extensionista del Departamento de Ciencia de los Cultivos. Dentro de cada condado con producción de trigo se cuenta con agentes de extensión responsables de la comunicación directa con los productores a quienes les hacen llegar las nuevas informaciones y recomendaciones obtenidas a través de las investigaciones. Los productores trigueros del estado participan, demuestran interés y brindan gran apoyo a los programas de investigación cerealera y a las actividades de extensión.

MEJORAMIENTO DE TRIGO PAN EN ARGENTINA

A. Calzolari and S. Garbini

Programa de INTA:

El cultivo del trigo en la Argentina se extiende en una amplia área con distintas condiciones ecológicas y situada geográficamente entre los paralelos 31° y 40° de latitud sur y entre los meridianos 58° y 65° de longitud oeste de Greenwich, abarcando de norte a sur aproximadamente 1000 km y 500 km. de este a oeste. Dicha área está ubicada en la región pampeana húmeda entre las isohietas de 700 a 900 mm de precipitación anual y en la semiárida entre las de 700 y 400 mm.

Dentro de esta extensa región se observan variaciones en las condiciones de clima y suelo que inciden sobre las características varietales y prácticas agrícolas del cultivo.

Debido a los factores apuntados (amplitud del área y diferencias en clima y suelo) la región pampeana de siembra del trigo se dividió en siete Subregiones Ecológicas a saber:

- Subregión I
- Subregión II Norte
- Subregión II Sur
- Subregión III
- Subregión IV
- Subregión V Norte
- Subregión V Sur

Fuera de la región pampeana se siembra trigo aunque en menor escala, en el NOA aproximadamente 54.000 has y en el N.E.A., aproximadamente 65.000 has.

Sabido es que las deficiencias presentes en una especie determinada en su área de cultivo y las probables soluciones para subsanar aquellas constituyen la base de un programa de mejoramiento para dicha especie que tendrá como objetivo principal el arribar a una producción estable y económica de altos rendimientos y buena calidad para el productor y también para el consumidor.

La actividad fitotécnica de la mayoría de las actuales estaciones experimentales del INTA, tiene una trayectoria que se remonta a los primeros años del presente siglo. En este lapso de más de 60 años es lógico que hayan intervenido en el proceso de mejoramiento genético hombres que dedicaron toda su vida a esta trascendente tarea en beneficio del país.

Desde que se inició el cultivo del trigo en el país, los problemas que viene afrontando son básicamente los mismos, producción, sanidad y calidad, esto último por las exigencias de los mercados consumidores.

Para encarar la solución de estos problemas se contó al principio con la tarea fitotécnica con poblaciones exóticas, luego con selecciones de éstas y en una etapa más avanzada con variedades originadas de hibridaciones artificiales y selecciones posteriores.

La utilización intensiva de estos materiales determinó que el espectro de variabilidad del conjunto de variedades más difundidas hasta pocos años antes, fuera muy reducido. Este sistema de variabilidad restringida a niveles aún transgresivos con respecto a la original junto con la elección acertada de algunos progenitores, trajo como consecuencia un avance importante y sostenido en el mejoramiento de la calidad molinera y panadera, como así también el mantenimiento de la resistencia a Puccinia recondita tritici, patógeno frente al cual existía adecuada variabilidad inicial. En cambio el progreso fue mínimo con respecto a resistencia a otros fitopatógenos (ej.: *P. graminis tritici*) para los cuales la variabilidad original existía en muy escasa medida. Este sistema también explicaría la lentitud con que se incrementaron los rendimientos unitarios (Favret, 1967; Ernie, 1969).

Esta situación de semiestancamiento con respecto al rendimiento en que se hallaba el cultivo del trigo en el país fue considerada por el INTA en 1961. Como consecuencia del análisis realizado en esa oportunidad y en base a la experiencia de otros países que habían incrementado drásticamente la producción por unidad de superficie mediante la utilización de un germoplasma con características de alta productividad y el mejoramiento de la técnica del cultivo, se decidió la incorporación, en los planes de mejoramiento oficiales, de material de origen mejicano para ser cruzado con el mejor material tradicional y de material segregante para su posterior selección bajo las condiciones de la región triguera argentina. Posteriormente este tipo de germoplasma fue utilizado también por programas de mejoramiento de trigo particulares y en la actualidad su uso es prácticamente general. Una prueba de ello es el número de cultivares inscriptos en cuya ascendencia participan materiales de aquel origen.

El programa se inició, como se dijo, en 1962 y comenzó a dar sus frutos en 1971 con el lanzamiento al gran cultivo de las primeras variedades con alto potencial de rendimiento.

Los planes de obtención de variedades mejoradas del Programa Trigo del INTA se llevan a cabo en las siguientes estaciones experimentales distribuidas en la Región Triguera Argentina:

- E.E.R.A. Balcarce
- Chacra Experimental de Barrow
- E.E.A. Bordenave
- E.E.R.A. Marcos Juárez (sede del programa)
- E.E.R.A. Paraná
- E.E.R.A. Pergamino y
- E.E.R.A. Sáenz Peña

El Departamento de Genética de INTA Castelar lleva a cabo, desde hace muchos años, una amplia labor en el campo de la inmunología del trigo y en el contralor de la sanidad de los nuevos cultivares que los criaderos particulares y oficiales producen, antes y después de su lanzamiento al gran cultivo.

Cada una de las estaciones experimentales que participa en la crianza de variedades se encuentra ubicada en áreas ecológicas con características propias de manera que la labor de mejoramiento de cada una de ellas responde a objetivos generales y también a problemas específicos de cada una de las zonas.

Como objetivos generales del plan de mejoramiento genético del trigo del INTA, pueden mencionarse:

- elevado potencial de rendimiento. Es decir, disponer de variedades que presenten capacidad genética para aprovechar altos niveles de fertilidad y humedad almacenada en el suelo y que se traduzca en un aumento significativo del rendimiento por unidad de superficie.
- buen comportamiento a enfermedades y plagas.

La obtención de variedades de trigo con comportamiento destacado a la mayoría de las enfermedades y plagas es otro de los objetivos que alcanza singular importancia en el programa del INTA.

Las enfermedades que a continuación se detallan ocasionaron en determinados años perjuicios con ataques de cierta intensidad.

- Puccinia graminis tritici Eriks y Henn.
- Fusarium graminearum Schw.
- Septoria tritici Rob.
- Puccinia recondita Rob.
- Septoria nodorum Berk
- Puccinia striiformis West

El trigo en el país también es atacado por otras enfermedades presentes en el cultivo la mayoría de los años aunque sin ocasionar daños mayores a la producción. Ellas son:

- Tilletia spp.
- Ustilago tritici (Pers.) Rostr.
- Erysiphe graminis tritici Marchal

Dentro de este objetivo es conveniente apuntar la preocupación existente en los técnicos del programa por un mejor conocimiento del complejo pulgones-virus que está afectando la producción de trigo de países vecinos aunque en Argentina hasta ahora no se haya manifestado con características graves.

- Calidad industrial y comercial. En este aspecto se busca que las nuevas variedades posean la calidad industrial y comercial que satisfaga las exigencias de los mercados consumidores (interno y externo).
- Características agronómicas: es decir que las variedades porten características destacadas en cuanto a un buen macollaje; robustez; resistencia al vuelco; excelente follaje, buena cantidad de espigas; características todas ellas que les permitan el logro de elevados rendimientos.
- Adaptabilidad: se trata de lograr variedades con una amplia adaptación, sea dada por las variaciones climáticas entre años y aquella resultante entre las diferentes localidades.

En la actualidad estos caracteres constituyen objetivos comunes a todos los planes de mejoramiento de trigo que conducen las distintas estaciones experimentales, complementados por objetivos específicos o regionales entre los que se puede mencionar:

- Ciclo vegetativo intermedio (EERA Marcos Juárez): para siembras tempranas antes de la sequía invernal en la Subregión I y parte norte de la II Norte.

- Ciclo vegetativo tardío, resistencia a sequía, frío y arrebato (EEA Bordenave). Esta amplia región (Subregión V Sur posee características ecológicas muy particulares, por ello los objetivos específicos cobran en ella especial importancia. El ciclo vegetativo tardío es también un objetivo considerado en la Chacra Experimental de Barrow.
- Ciclo vegetativo precoz (EERA Pergamino). En el área de influencia de la EERA Pergamino el trigo forma parte del doble cultivo anual trigo-soja.

Para una mejor realización de dicha rotación es necesario disponer de variedades de ciclo precoz (130-140 días de siembra a madurez).

Dicho esto consideramos ahora en el Programa del INTA los tres aspectos fundamentales en que se divide la metodología convencional de obtención de variedades de especies autógamas o sea creación de variabilidad genética, selección en las n filiales de autofecundación y evaluación de las líneas avanzadas obtenidas, con el objeto de puntualizar ciertas características destacables del mismo, algunas de las cuales también serán con seguridad propias de otros programas.

En un plan de mejoramiento genético para aumentar la probabilidad de extraer genotipos superiores es necesario incrementar convenientemente la divergencia genética del material a utilizar. Por ello debe recurrirse a progenitores de muy diverso origen, estudiarlos adecuada y profundamente para determinar sus características positivas y negativas y luego incluirlos en programas de hibridaciones artificiales correctamente elaborados de acuerdo a los objetivos del plan de mejoramiento. Lo dicho, es lo que básicamente realizan los mejoradores del programa en las distintas estaciones experimentales participantes, teniendo en cuenta principalmente los requerimientos del cultivo en cada área.

El plan anual de hibridaciones se viene concretando en dos períodos, el primero en el invierno, realizado en las estaciones experimentales respectivas y de acuerdo a sus objetivos generales regionales y el segundo en el campo de invierno del CIMMYT en el CIANO-Sonora, Méjico, durante los meses de marzo y abril. Para concretar las hibridaciones que responden a un plan que se elaboró previamente en la Argentina y para el cual se dispone de un bloque de progenitores enviado oportunamente a Méjico (mes de septiembre de cada año).

En las cruzas realizadas en Méjico en general trata de cruzarse germoplasma mejorado argentino con el material más promisorio del CIMMYT y también se concretan las cruzas simples bases de las dobles y tops que se realizan normalmente en el invierno argentino obteniéndose de esta manera en un año, material segregante producto de la combinación de varios progenitores.

Para redondear esta primer característica podría decirse que en el programa se trata de mantener conocimiento adecuado, profundo y actualizado de los progenitores y también un acrecentamiento ordenado de los mismos de acuerdo a la evolución del mejoramiento del cultivo. Por otra parte, el plan de cruzas elaborado con dichos progenitores trata de responder a la problemática del cultivo en cada una de las regiones.

La segunda característica a puntualizar tiene que ver con el manejo de los materiales segregantes los cuales son conducidos en las estaciones experimentales siguiendo las pautas del método genealógico en la mayoría de ellas, en otras

se utiliza la combinación del método citado con el masal. En este aspecto tal vez haya que intercambiar opiniones en futuras reuniones debido a las características del método genealógico el cual maximiza la interacción genotipo-ambiente, favoreciendo a distintos genotipos a través de años diferentes lo cual atenta contra la eficiencia y confiabilidad del método; dicho esto en el sentido que es probable que haya estaciones experimentales donde se practique la conducción genealógica del material y el ambiente de las mismas no sea muy estable.

El proceso de selección se lleva a cabo a campo para la mayor parte de las características. La selección por calidad industrial es realizada en el laboratorio de la EERA Marcos Juárez en filiales segregantes (F3 semilla test: Pelshenke) y en generaciones avanzadas (análisis completos de calidad comercial, industrial y panadera).

El proceso de selección se ve acelerado con la realización de una doble generación anual mediante una siembra de verano realizada en la EERA Balcarce. En este aspecto tal vez haya también que realizar un adecuado análisis en cuanto a los aspectos positivos y negativos de esta siembra fuera de estación considerando que la misma se desarrolla en condiciones no del todo convenientes. Lo positivo de este manejo radica solamente en el adelanto de la generación, en la adecuada presión de selección que se puede aplicar para resistencia a P. graminis tritici y tal vez en una mayor adaptabilidad de los genotipos seleccionados.

La conclusión general de esta segunda característica aquí considerada es que mediante la selección genealógica y de ésta combinada con la masal se extraen genotipos que reúnen en lo posible la mayor cantidad de características que estén de acuerdo con los objetivos señalados, a través de varias generaciones de selección hasta llegar a la homocigosis.

La tercera característica a puntualizar esta relacionada con los mecanismos de evaluación de los materiales avanzados empleados en el programa. Estos mecanismos permiten evaluar el material en forma eficiente. En el trabajo de fitomejoramiento es imprescindible producir en la evaluación la eliminación de material defectuoso lo antes posible para no emplear tiempo y recursos en tareas que no conducirán finalmente a nada positivo. Esto reviste suma importancia para tener éxito en el plan de mejoramiento.

La selección de características controladas por pocos genes generalmente se realiza en las etapas previas a la llegada a homocigosis; pero la selección para caracteres métricos debe ser preferiblemente diagnosticada en forma precoz (F4 - F5) y ajustarse en las últimas etapas de la fijación de caracteres.

Lo precedentem ente señalado motivó que en la mayoría de las estaciones experimentales participantes del programa se conduzcan dos grupos definidos de ensayos.

- a) Ensayos Preliminares: que estan constituidos por material del programa de mejoramiento que aún no se halla estabilizado totalmente y que por la poca semilla disponible se siembran generalmente en una sola localidad;
- b) Ensayos Regionales: en los cuales participan los materiales que han tenido comportamiento destacado en los Ensayos Preliminares y que genotípicamente ya

están estabilizados. Se conducen en distintas localidades y épocas de siembra dentro del área de la Región Triguera Argentina (Dos tipos de regionales, tener una idea de su adaptación).

Cabe ahora una mención relacionada a los logros del Programa Trigo del INTA. Estos logros se concretaron a través de la obtención de las variedades: Precoz Paraná INTA, Marcos Juárez INTA, Leones INTA, Caldén INTA, Surgentes INTA, Diamante INTA, Balcarceño INTA, Chaqueño INTA, Saira INTA, Victoria INTA, Labrador INTA, San Agustín INTA, Chasico INTA, La Paz INTA y Las Rosas INTA, algunos de los cuales han tenido una acogida excepcional por parte del productor, la que ha sido puesta en evidencia por la difusión alcanzada y su gravitación en la producción.

Por último y para concretar una definición del programa que pueda servir de corolario a todo lo dicho tal vez sea oportuno recordar cómo definió el Ing. Godoy al programa en el discurso que pronunciara en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires en Oportunidad de distinguirse al Programa Trigo de INTA con el Premio Bolsa de Cereales 1979.

En esa oportunidad el Ing. Godoy dijo al respecto lo siguiente: es una forma organizada e integral de abordar la investigación de los problemas de la producción de este cultivo que tanta importancia ha tenido y tiene en la economía del país.

En un sentido práctico, es una forma de trabajo interdisciplinario entre grupos de investigadores de distintas estaciones experimentales e instituciones mediante una fluida y permanente intercomunicación.

Desde un punto puramente técnico, es el conjunto de planes de trabajo de investigación de los problemas de la producción, que es necesario resolver de acuerdo a los objetivos planteados, atendiendo las necesidades de la agricultura del país, a saber:

- "Obtener variedades de trigo de elevado rendimiento por hectárea, de buena calidad industrial para panificación directa de acuerdo a la demanda actual del mercado interno y externo, con un comportamiento sanitario que de estabilidad a la producción".
- "En cuanto al apoyo tecnológico que el programa debe prestar a la producción triguera tiene por objeto producir resultados que permiten a la extensión proveer a los productores al "paquete de prácticas" que les permitirá elevar los rendimientos por hectárea".

MEJORAMIENTO DE TRIGO PAN EN ARGENTINA - CRIADERO "BUCK"

L. Gonzalez

Ubicación:

El Criadero Buck se sitúa al Sudeste de la Pcia de Buenos Aires, a unos 80 km de Marcos Juárez, en La Dulce, Partido de Necochea. Se encuentra a 72 metros sobre el nivel del mar y a 30 kilómetros de distancia de éste. La latitud de su ubicación y la cercanía al mar determinan un clima templado. Tenemos un invierno largo y una primavera corta, el verano tiene temperaturas suaves con picos no muy marcados.

Nuestros suelos son de tipo Brunicen con horizonte B textural y se asientan sobre duripanes de "tosca" (carbonato calcareo en planchas) que se encuentran a profundidades variables y discontinuas. Nuestros suelos son ricos en materia orgánica con valores promedio de 5 a 6%. El p.H. es moderadamente ácido, otra característica es el bajo contenido en fosforo asimilable.

Este ambiente condiciona todo el proceso de selección y fundamentalmente el período de maduración del trigo, que es lento, alargándose normalmente a más de 50 días desde floración. Esta tipo de madurez determina buen llenado de grano que sumado a la frecuencia de fuertes vientos en precosecha desencadena algunos años un marcado desgrane; la presión de selección en este sentido ayuda a que el material originado en esta localidad posea buena resistencia a esta pérdida.

Una desventaja presenta este clima para seleccionar por resistencia a frio, ya que el efecto morigerador del mar, impide las bajas temperaturas extremas, este inconveniente tratamos de subsanarlo ensayando nuestro material en dos localidades más expuestas a fuertes heladas.

Las precipitaciones son en promedio 750 milímetros anuales con máximas mensuales de 90 milímetros en marzo y mínimos de 48 milímetros en agosto, es decir otoños generalmente lluviosos con inviernos relativamente secos y primaveras y veranos intermedios.

Pese a las desventajas enunciadas, la localidad de La Dulce es desde el punto de vista fitotécnico un sitio privilegiado, pues los cultivares allí seleccionados poseen normalmente una gran adaptación para las Subregiones IV y V Sur donde se siembran normalmente 3.000.000 de hectáreas, más del 40 % de todo el área del país.

Antecedentes:

En la historia del Criadero "Buck", más de 50 años en mejoramiento de trigo, pueden marcarse tres etapas diferenciadas fundamentalmente por las variedades que en cada una de ellas se obtuvieron. No obstante durante toda la existencia del criadero se mantuvo una filosofía de trabajo que permitió entrelazar una con otra para aprovechar al máximo los caracteres favorables que se fueron acumulando.

La primera etapa la ubicamos desde la fundación hasta 1955. Aquí se destacan tres variedades que tuvieron buena aceptación por los productores del sudeste a saber:

- Buck Quequén liberada en 1942 de pedigree: Gral Urquiza - Lin Calel
- Buck Atlantico " " 1952 " " : Kanred- 38MA x Lin Calel/B. Quequen
- Buck Pampero " " 1955 " " : Sinvalocho - Cheg 3x9-10/33

Las dos primeras con más de 20 años de cultivo, llegaron ambas a buena difusión en toda la región triguera. Buck Pampero fue una variedad de calidad "semidura" con muy buena adaptación al pastoreo y su difusión estuvo limitada a las subregiones del Sur del país.

La segunda etapa coincide con la incorporación al programa del Ing. Carlos Buck, que se hizo cargo de la dirección técnica y el Ing. Kurt Meyle (1955 - 1970). De esta etapa se destacan los siguientes cultivares:

- Buck Manantial liberada en 1965 de pedigree: Rafaela MAG - Buck Quequén
- Buck Namuncurá " " 1971 " " : Rap - Bar
- Buck Cimarrón " " 1972 " " : Araf - Buck Relén
- Buck Naposta " " 1973 " " : Rap - Araf
- Buck Cencerro " " 1974 " " : Ebom - Araf

Las líneas que dieron origen a estas variedades corresponden a las siguientes genealogías:

- Rap : Rafaela M.A.G. - Buck Pampero
- Bar : Bage - General Roca
- Araf : Buck Araucano - Buck Quequen x Rafaela M.A.G.
- Ebom : (Eureka - B Quequen x B. Araucano/Buck Bolivar) Buck Manantial

Todos estos cultivares poseen una característica común que es la de tener entre sus progenitores a Rafaela M.A.G. y excepto Buck Naposta, todos conservan excelente comportamiento a campo frente a Puccinia recondita. Esta característica sobresaliente se debe seguramente al acervo genético acumulado durante tantos años de selección y alta heredabilidad de los genes de resistencia transmitidos por el progenitor mencionado (Rafaela MAG).

Un parrafo para Buck Manantial, que a nuestro juicio marcó un hito dentro de los cultivares de ciclo largo por su gran potencial de rendimiento. Aún hoy pasados más de 18 años de su liberación al mercado se continúan cultivando más de 150.000 hectareas en el Sur de la Provincia de Buenos Aires, en los partidos de Villarino y Carmen de Patagones frenandose su difusión a raíz de la susceptibilidad al "arreatamiento".

Buck Naposta es el cultivar de germoplasma tradicional que sigue manteniendo gran difusión, fundamentalmente en la Subregion V Sur, en los últimos 3 años ha sobrepasado el 40% del área sembrada en dicha subregión y el 15% en la Subregión IV. Este cultivar mantiene rendimientos altos, aún en suelos con muy bajos niveles de materia orgánica como son los del Sudoeste de la Pcia de Bs As y La Pampa. Además se destaca por su gran elasticidad permitiendo siembras durante un período largo sin declinar su rendimiento.

La tercera etapa comenzaría en el año 1970 hasta nuestros días, justamente fue ese año cuando se comenzó en gran escala los cruzamientos con el material de CIMMYT, iniciándose también las introducciones de materiales segregantes. El

3- Top cross y cruizas dobles: Sobre las cruizas simples en donde uno de los progenitores intervinientes es germoplasma totalmente foráneo, se procede a cruzarla con líneas puras de germoplasma puramente tradicional, o por otras F1 en las que predomine esa misma sangre.

4- Retrocruzas: Con variedades de amplia difusión como Buck Napostá y Buck Nandú se ha iniciado hace tres años un plan de retrocruzas usando a estos padres como recurrentes, algunas de estas retrocruzas fueron sembradas este año en invernáculo e infectados artificialmente con una mezcla de razas de Puccinia graminis, los individuos que mostraron resistencia fueron trasplantados a campo para seleccionar bajo condiciones naturales plantas resistentes a Puccinia recondita.

b) Selección del material:

F1: de todas las cruizas simples parte de la semilla se destina a una siembra de verano, para avanzar una generación y también para individualizar las muy susceptibles a Puccinia graminis, época en que este fitoparásito se desarrolla mejor en nuestra zona, las muy susceptibles son eliminadas totalmente y no se las siembra en la época normal. Este año iniciamos un test de habilidad combinatoria donde interviene un gran número de progenitores que se evaluarán analizando las F1 con estimaciones de varianzas genéticas.

F2: Normalmente de nuestras propias cruizas se siembran más de 600 de aproximadamente 700 granos cada una. De la mayoría se hace selección de plantas; las F2 mas importantes por aspecto agronómico y sanitario se resiembran al ciclo siguiente, en igual población para tener mayor oportunidad de selección, de esta forma se logra tener mayor cantidad de selectas de las cruizas mas destacadas, presionándose la selección en dos años distintos. Desde hace varios años se siembra un juego de F2 SxW recibidos de CIMMYT, de esta F2 sólo se alcanza a seleccionar plantas de aproximadamente el 15% de las cruizas, el grueso del material es muy susceptible a enfermedades (Royas).

F3: Como la frecuencia de enfermedades en La Dulce, aún haciendo inoculaciones artificiales, es muy baja hemos decidido no marcar selectas en F2. Creemos subsanar este inconveniente seleccionando gran cantidad de plantas de esta filial, aproximadamente 25.000, sembrando posteriormente una F3 muy numerosa y aumentando considerablemente la presión de selección en ésta filials, ayudada por el dato de rendimiento preliminar que obtenemos de estas pequeñas parcelas. La selección avanza en las siguientes generaciones F4, F5, F6 en un 50% menos de parcelas que cada filial precedente. La secuencia teórica sería la siguiente: F3 - 6000 parcelas ; F4 - 3000 parcelas ; F5 - 1500 parcelas ; F6 - 750 parcelas. A F6 se llega con un caudal de 200 familias distintas.

c) Evaluación del material seleccionado:

Del material estabilizado, 130 líneas son de ciclo largo, el resto son de ciclo intermedio. Se prueba en tres ensayos comparativos de rendimiento de seis repeticiones, de siembra temprana y dos ensayos comparativos de rendimiento de siembras intermedias. El mismo material es evaluado en otra localidad a 150 kilometros hacia el oeste (Laprida) en un ensayo preliminar. A las docientas líneas se les hace prueba en invernáculo con las distintas razas de Puccinia recondita y graminis facilitadas por el CICA.

cultivar Buck Ñandu fue seleccionado de estas primeras incorporaciones. El material introducido desde México que se destacó reunía algunas características diferenciales respecto al normal del material de ese origen. En primer lugar como consecuencia de lo ya enunciado sólo sobresale el material que es resistente a pérdidas por desgrane. En segundo lugar el ciclo de los materiales seleccionados puede considerarse como intermedios, no totalmente indiferentes al fotoperíodo. El ambiente de selección sin lugar a dudas a condicionado los germoplasmas que mostraron buenas características, haciendo diferenciar de esta forma a las líneas del Criadero con las seleccionadas del mismo origen por otras instituciones.

En 1976 se libera la variedad Buck Ñandú de pedigree Inia/ Son64 x Tzpp - Y54 CM 23451- ; la difusión de este cultivar especialmente en la subregión IV fue muy rápida, en el año 1900 llegaba al 45% del área sembrada, con este cultivar los productores agropecuarios del sudeste por primera vez lograron rendimientos superiores a los 6000 kilogramos por hectárea, por su susceptibilidad a Puccinia recondita y también por poseer un ciclo evolutivo bastante especial, es un trigo intermedio con ciertas exigencias en foto y termoperíodo y con escasa resistencia al frío, su área de cultivo se mantuvo regionalizada en el sudeste de Buenos Aires.

Los cruzamientos realizados en 1970 produjeron dos variedades de germoplasma mitad tradicional y mitad de origen CIMMYT, en el año 1979: Buck Pangaré de pedigree Buck Relen x Rafaela MAG - Buck Pampero/ Robin ; y en 1980 Buck Pucará de pedigree Buck Cimarron "s"/ Cal - Tob66 x BB - CC. Buck Pangaré es un cultivar de ciclo intermedio a corto, su difusión ha sido lenta pero continua, su potencial máximo es inferior a Buck Ñandú, trigo con el que debió competir en el sudeste, e incluso posee menor resistencia al desgrane. En las regiones del norte ha encontrado un espacio para siembras más tempranas que la variedad clásica que es Marcos Juárez Inta. Buck Pucará es un cultivar de ciclo intermedio a largo de muy alto potencial de rendimiento, determinado por un buen equilibrio entre macollaje y tamaño de espiga. Según estimaciones privadas durante este ciclo agrícola en las sumas de las subregiones IV y V sur esta variedad llega a casi 900.000 hectáreas sembradas.

Metodología de trabajo:

El programa se maneja en dos localidades de selección: La Dulce en la subregión IV y Hughes (Pcia de Santa Fe) en la Subregión II Norte. El programa principal está en la Dulce y aporta al de Hughes, manteniéndose en la etapa de selección independiente uno de otro, en las etapas posteriores de evaluación los materiales se prueban en las dos localidades.

a) Programa de cruzamientos: A éstos los dividimos en cuatro clases:

1- Convencionales: Se eligen dentro del material promisorio diez a doce líneas que han completado tres años de ensayo comparativo de rendimiento y se cruzan por todas las líneas que cumplen el segundo año de los mismos ensayos. Este programa se ha venido efectuando en los últimos 30 años del Criadero.

2- Cruzas entre material precoz: Los progenitores elegidos en este caso son líneas cuya selección o parte de ella se ha efectuado en el campo experimental de Hughes. El objeto de éstas es generar material segegante para el programa del norte.

El material mas avanzado suma 40 líneas, 25 son de ciclo largo y 15 de ciclo intermedio a corto. Con estas líneas se realizan tres ensayos comparativos de rendimiento en otras tantas épocas de siembra en La Dulce. De las cuarenta las 20 más destacadas son las que están en etapa de prueba en el ETRE. Con éste último grupo se efectuan ensayos en seis localidades más, estas son de sur a norte: La Pampa (V Sur), Laprida Y Pieres en la IV, Pla en la II Sur, Hughes en la II Norte y Ombúes de Lavalle en la Rep. Oriental del Uruguay. En los mismos lugares se siembran surcos de observación, de F6, F7 y del resto del material avanzado, en total 440 surcos, para observar el comportamiento frente a distintos fitoparásitos.

Todo el material de cría se ha sembrado y se sigue sembrando en forma espaciada, desde F3 para adelante siempre se hizo una evaluación preliminar de rendimiento para apoyar la selección visual. Por esta causa es que en nuestro material el componente de rendimiento que predomina sobre los demás es el macollaje, si bien con la incorporación del material del CIMMYT estamos tratando de lograr un mayor equilibrio.

d) Evaluación de otros materiales:

Desde 1970 se conducen algunos ensayos internacionales incluidos dentro del programa del CIMMYT, ininterrumpidamente se ha sembrado el ISWSN y el IDSN, con algunas interrupciones tambien los ISWYN e IDYN. De los primeros SN hemos obtenido muy buenas líneas para usar como progenitores, no así para liberar como un cultivar al mercado; recién en los últimos años estamos comprobando que los materiales cruza SxW tienen mejor adaptación para nuestro medio. Las líneas de Veery CM 33027 y Dove CC 38199, el año anterior llegaron a sobrepasar los 50 quintales en varios ensayos, aunque con niveles muy bajos de glúten.

También desde hace tres años se conduce el IWSWSN de la O.S.U. Algunas líneas han mostrado muy buen comportamiento, tal el caso de las cruza: Bez// Cno - Gallo SWM 754493 y Rousalka / Cno - Gallo SWM 754082. La línea Cno - Gallo es de los materiales del CIMMYT que más hemos usado en nuestros programas de cruzamiento por su alto potencial y gran adaptabilidad. Se llegó a multiplicarla con idea de liberarla comercialmente pero su alta suceptibilidad a Fusarium fue determinante para desistir de esa idea.

Para finalizar quiero destacar la coparticipacion de la responsabilidad en el programa del Ing. Agr. Fidel Braceras, de la Lic. Hilda Buck y del Ing. Agr. Ariel Lorenzo que actualmente esta realizando su postgrado en la Universidad de Oregon en U.S.A.

EVOLUCION DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE TRIGO DE CRIADERO KLEIN S.A.

O. A. Klein

El criadero fue fundado en el año 1919 hace ya 64 años, lapso en el cual se obtuvieron 57 cultivares de trigo, el último de los cuales recién se difundirá comercialmente el año próximo.

En este largo período de años hubo grandes modificaciones en lo que se refiere a la base genética empleada en el programa de crianza y podemos señalar aproximadamente cuatro etapas.

Primera etapa: Se obtuvieron cultivares a partir de selecciones de poblaciones del Río de la Plata y de cruzamientos entre éstas selecciones. Se lograron buenas características agronómicas con rendimientos muy superiores a los trigos comunes y con calidades panaderas tipo blando y semiduro. Las variedades Klein Sin Rival y Klein Vencedor, obtenidas en esta etapa y derivadas del cruzamiento Barleta 7 d x Americano 44 d, fueron muy utilizadas posteriormente en los programas de mejoramiento de todo el país.

Segunda etapa: Se introdujo germoplasma de variedades extranjeras como Marquis, Reliance y Hope de alta calidad industrial, Apulia y Ardito que permitieron lograr baja altura y mayor precocidad y de variedades argentinas como Lin Calel, 38 MA. y Standard F.C.S. que aportaron buenas características agronómicas y alta calidad.

A partir de esta base genética, sumada a la de la primera etapa, se obtuvieron cultivares que tuvieron mucha importancia por la gran difusión que alcanzaron y también por los aportes que significaron en calidad comercial. Dare algunos ejemplos:

Klein 32 = Ardito - Record	· superó el 13% de difusión
Klein Acero = Ardito - Vencedor	· llegó al 12% de difusión
Klein Otto Wulff = Vencedor - Marquis	· alta calidad. Importante por su descendencia.
Klein Cometa = 38 MA. - Klein Acero	· alcanzó el 37% de difusión
Klein 157 = Hope - Lin Calel	· gran aptitud para doble propósito.

Tercera etapa: Se continuó incorporando material extranjero y nacional al programa, pero por causas difíciles de explicar estas cruzas no dieron origen a prácticamente ningún cultivar. Los trigos obtenidos fueron en general cruzamientos entre cultivares de la etapa anterior o entre líneas inéditas. Así de esta forma no deliberada se llegó a que obtenidos ya 54 cultivares de trigo, solamente 16 progenitores figuraron en el pedigree de los mismos. Se lograron mejoras muy grandes en calidad y la presión de selección que se hizo en este aspecto orientada a obtener alto valor corrector tipo Manitoba tuvo pleno éxito.

Cultivares muy destacados en esta etapa fueron:

Klein Rendidor = Cometa "S" - Klein 33 "S" x Sinvaloch MA - Klein 33 "S".
Alcanzó más del 49% de difusión.

Klein Atlas = Klein Rendidor x Klein Lucero - Klein 157
Klein Impacto = Klein Lucero - Klein 157 x Klein 157 - Klein
Orgullo
Klein Toledo = Klein Atlas "S" x Oitest K-209-45 - Klein Lucero

Esta tercera etapa fue satisfactoria hasta que a mediados de la década del 60 aparecieron nuevas razas de Puccineas como la 15 (63) de graminis y la 77 NS de recondita. Con la base genética reducida que he señalado, la mayoría de las líneas, muchas de ellas en ensayos avanzados de preinscripción, resultaron susceptibles a las nuevas razas y fue necesario eliminar un porcentaje muy grande del material en desarrollo. Como consecuencia se frenó notablemente el ritmo de aparición de nuevos cultivares.

Cuarto etapa: A partir del año 1970 se comenzó a incorporar germoplasma del CIMMYT, primero en muy pequeña proporción y luego a partir de 1973 en gran escala. Estos materiales provinieron de:

- a) IBWSN
- b) ISEPTON
- c) F₂ DRYLAND
- d) F₂ S x W
- e) Crossing - block B.W.
- f) Líneas de F₂ a F₈ seleccionadas directamente por nosotros en el CIANO.

De inmediato se iniciaron los cruzamientos con variedades argentinas realizando cruza dobles y top-cross para aumentar la variabilidad de la descendencia.

A partir de las líneas incorporadas en generaciones filiales más adelantadas se aislaron rápidamente algunas de características muy promisorias. Ya en 1976 consideramos la posibilidad de solicitar la inscripción de una línea del cruzamiento Ciano "S" x Nad 63 - Chr "S"/Son 64 - Kl.Rend. x Bb que posteriormente no se concretó por diferencias en los análisis.

En el año 1978 obtuvimos la inscripción del cultivar Klein Chamaco derivado de una selección efectuada en una parcela de F₄ del CIANO y continuada la selección en Pla. El cruzamiento que le dio origen fue realizado por el Ing. Carlos Buck en México usando como progenitor femenino una línea inédita de su criadero y como progenitor masculino una línea del CIMMYT:

Klein Chamaco = Relen x Bage - Petiso (Bb-8156(12300 x Massaux No 5 - Gaboto/Jaral "S"))

Este cultivar ha mostrado un alto potencial de rendimiento, alta fertilidad de espiga, buena calidad y un nivel aceptable de resistencia a enfermedades aunque con niveles crecientes de infección de P. recondita. En los resultados del último trienio de la ROET ocupa dentro de los materiales de ciclo corto el primer lugar en rendimiento por hectárea en todas las subregiones con excepción de la 5 Norte.

En 1982 y 1983 hemos distribuido semilla del cultivar Klein Atalaya derivado del cruzamiento del CIMMYT: NO 66 - Bb 4A x CC - We. Como en el caso de Chamaco obtuvimos el material directamente de una parcela F₄ en el CIANO y fue seleccionado en Pla hasta F₉ antes de lograr la requerida homocigosis.

Si bien este cultivar es de reciente difusión sabemos que tiene un muy alto potencial de rendimiento y buena resistencia a enfermedades. Presenta todos los años un machado en la gluma causado aparentemente por brown-necrosis.

En el corriente año ha sido aceptada la inscripción de Klein Cartucho derivado del cruzamiento del CIMMYT: Jup 73/PJ 62 - WRT x Calidad.

Este material fue recibido en F₂ y se efectuó todo el proceso de selección en Pla. Tiene una muy alta resistencia a P. recondita y a otras enfermedades. En base a resultados de ensayos en el partido de Alberti y en el partido de Necochea parece tener una alta capacidad de producción a pesar de su hoja bandera acartuchada después de la espigazón y de su aspecto desprolijo con espigas de los macollos a diferentes alturas.

Para el futuro inmediato el programa de cruzas iniciado después de 1970 es muy prometedor.

Tenemos tres líneas de ciclo largo en condiciones de ser presentadas a inscripción en 1984. Dos de ellas tienen germoplasma del CIMMYT y una es totalmente tradicional.

Hay una gran cantidad de líneas en distintos ensayos comparativos y un buen volumen de material segregante. Las líneas de más alto rendimiento en los ensayos en los últimos años han sido de cruzamientos S x W por ejemplo: SWM 1431 = Kavkaz - Bb II 4 "S". Estas líneas tienen su punto más débil en calidad y hemos hecho y continuamos haciendo cruzas con ellas para tratar de mejorarla en este aspecto y conservar su alto rendimiento.

Para dar una idea del tamaño actual del programa señalaré que efectuamos unos 600 cruzamientos anuales y que tenemos sembradas las siguientes parcelas:

F₁ 546
F₂ 2743
F₃ 3767
F₄ 2629
F₅ 1246
F₆ 1001

E.C.R. 2758

132 líneas en ensayos preliminares
88 en ensayos avanzados.

A esto se debe sumar el bloque de cruzamientos, conservación, ensayos cooperativos con Criadero Buck, varios ensayos con fertilización y micronutrientes, ensayo de candeales, F₂ S x W, F₂ Dryland, ISEPTON, IBWSN, ensayos de la ROET, etc.

Nuestro programa de mejoramiento es el convencional de autógamias con selección individual.

Los cruzamientos los efectuamos principalmente dentro de un bloque que preparamos anualmente con unas 80 entradas teniendo en cuenta resistencia a enfermedades, rendimiento y calidad.

En F₅ las parcelas elegidas se cosechan y se muelen para hacer análisis de calidad que incluye gluten y alveograma y con el remanente se siembran los ensayos preliminares.

Se le da bastante importancia en la selección en F₅ al porcentaje de granos o relación granos/gavilla o índice de cosecha. Lo utilizamos desde hace muchos años por considerar que para una parcela individual es este dato más valioso que el de rendimiento en grano, ya que sufre menos modificaciones por condiciones meteorológicas, fertilidad o por falta de plantas en la parcela.

El material cosechado en los E.C.R. se somete también a ensayos de calidad industrial. A los análisis citados para la F₅ se debe incluir prueba de gasificación, farinograma y panificación.

Uno de los motivos del éxito de nuestro programa puede ser también la ubicación geográfica del campo experimental ubicado a 55 metros sobre el nivel del mar a 35° S y 60° O con una precipitación media anual de 960 mm. y sin sequías excesivamente prolongadas. La seguridad de cosecha es grande y desde 1967 hasta la fecha no hemos perdido absolutamente un sólo ensayo.

A partir del año 1974 cambiamos el cultivo antecesor del campo experimental que era maíz (práctica habitual en la mayoría de los cultivos comerciales de trigo de la zona) a soja de primera. El rendimiento del cultivar tradicional sin fertilización Klein Toledo que en los siete años anteriores había alcanzado en los ensayos un promedio de 1900 Kg/Ha pasó en los ocho años siguientes a 2834 Kg/Ha. Como también se ajustaron otras técnicas de preparación del suelo es difícil calcular cuanto de este 49% de aumento de rendimiento se debe a la soja.

Este buen nivel de rendimiento y seguridad de cosecha sumado a que desde hace ya varios años fertilizamos todo el material segregante y a que también conducimos E.C.R. con fertilización nos permite detectar las líneas con alto potencial.

Por otra parte parecen ser los ensayos en Pla bastantes representativos del rendimiento de un cultivar en casi todas las subregiones trigueras, con excepción de la subregión IV, ya que identificamos generalmente al primer año de cultivo aquellas variedades de otros criaderos con posibilidades de amplia difusión.

Como problemas que debemos enfrentar en el futuro en nuestro programa mencionare los siguientes:

- a) los bajos niveles de calidad y de contenido de proteínas asociados a muchas líneas de alto rendimiento que estamos tratando de superar por combinaciones con materiales de alta calidad.
- b) Susceptibilidad a Septoria y Fusarium
- c) Resistencia a desgrane que aunque en la zona próxima a nuestro criadero no es un factor importante sí lo es en otras áreas en que se cultiva trigo en la Argentina.

PROGRAMA DE TRIGO HIBRIDO DE CARGILL EN ARGENTINA

N. Machado

Iniciación - Medios Disponibles

La iniciación de un programa de mejoramiento dedicado a trigo en Cargill, derivó del conocimiento de la factibilidad técnica del trigo híbrido. En 1967 se toman las primeras decisiones para dar comienzo a programas de mejoramiento en USA y Argentina. Posteriormente se incorpora un tercer programa en Francia y este año se comenzó a trabajar en Australia comprando un programa de otra empresa privada. Dieciseis años de investigación que están dando sus primeros productos comerciales en USA y posiblemente en 2 años más pueda ser realidad en nuestro país. A pesar de la situación de desanimo a nivel internacional, que se viene presentando en trigo mundialmente, la empresa mantuvo su interés y por suerte los correspondientes presupuestos para esta investigación. Se constituye el personal de mejoradores con 3 técnicos en USA, 3 en Argentina, 1 en Francia y 1 en Australia.

En 1970 se decidió la puesta en marcha de un Campo Experimental específico para trigo ubicado en la Subregión ecológica IV cerca de la ciudad de Necochea. Este Campo Experimental se complementa con los otros instalados en Pergamino (subregión ecológica II N) y en 9 de Julio (Subregión ecológica II S). Con 3 Campos Experimentales cada uno con su infraestructura propia fue posible establecer un sistema de ensayos que abarca las zonas de producción más importantes de nuestro país.

Desde el comienzo se planteó la necesidad de la mercanización de tareas por lo que se llegó a contar con 3 máquinas para siembra de ensayos con distribuidores OYJORD, 2 cosechadoras HEGE y una sembradora a conos de diseño propio para material de cría. El sistema de retrocruzas para la conversión a esteriles hizo razonable la instalación de un invernáculo para acelerar el proceso. Una cámara fría nos permite la conservación de stocks y remanentes.

La evaluación de la calidad molinera y panadera de los nuevos materiales, de importancia vital para un program de mejoramiento en nuestro país se hace en nuestro propio Laboratorio organizado para Molienda - Cenizas - Gluten - Alveógrafo - Farinógrafo y Panificación.

Las siembras fuera de estación para avanzar con algunos materiales, se realizan en Diciembre en Necochea utilizando el producto de la selección realizada en Pergamino, con la ayuda de un pequeño equipo de riego, se puede cosechar grano viable en Abril y se pueden descartar materiales susceptibles a P. graminis.

Organización General

El programa como dijimos está orientado hacia la obtención de trigo híbrido y está dividido en 3 principales áreas de trabajo, a saber:

- Obtención de Líneas B. Conversión a A.
- Obtención de Líneas R.
- Producción y evaluación de híbridos.

Las etapas posteriores de nivel precomercial estan a cargo de los sectores de Producción de la Empresa.

Para la obtención de líneas B, se consideran válidos los métodos usuales para obtención de variedades, con el agregado en la lista de caracteres considerados de los relacionados con la fecundación cruzada. La variabilidad genética utilizada adquiere especial importancia para el caso de híbridos, para lo cual se incorporan nuevos materiales desde el CINNYT y particularmente de los otros países donde la empresa cuenta con programas de mejoramiento. Todo nuevo material que se incorpora es evaluado en sus principales características antes de ser utilizado en cruzamientos.

Antes de que la línea se estabilice se comienza el proceso de conversión a estéril, a fin de no demorar luego su utilización en el híbrido. Al mismo tiempo que la línea es reconocida como buena en los ensayos su versión estéril está lista para actuar como hembra. Cuando la cantidad de semilla disponible lo permite, se realiza la retrocruza correspondiente a campo y es allí donde se conoce si posee características adecuadas para su producción. Valores inferiores al 60% de seed set son descartados, considerando que es posible obtener 98% de seed set.

Al mismo tiempo la nueva línea es evaluada con diferentes restauradores, con los que en algunos casos se puede mejorar la fecundación como consecuencia de una pequeña diferencia en los ciclos (la ϕ unos 3-5 días más precoz). Hasta el momento se han econtrado claras diferencias entre líneas en su aptitud para la fecundación cruzada lo que permite orientar eficientemente el trabajo.

No se cuenta con un método probado que sea práctico y confiable para la producción de la aptitud combinatoria por lo que se trata de contar lo más anticipadamente posible con híbridos para su evaluación directa. La selección de restauradores se basa en el conocido sistema aplicado para el de T. timopheevi. La difícil combinación de líneas con restauración completa y adecuado nivel agronómico se logró mediante un proceso recurrente que tuvo como primera etapa el logro de líneas de media restauración y características de adaptación a nuestras condiciones, para luego recombinar éstas entre sí utilizando como criterio la restauración completa.

La selección se basa en primer término en la expresión total de autofertilidad y excersión de anteras. En generaciones avanzadas, se realiza directamente un cruzamiento de prueba sobre una estéril, observando la capacidad de restauración en diferentes medios ambientes.

Una vez que la capacidad de restauración ha sido verificada en estas condiciones, se realiza un lote de cruzamientos con la nueva línea y diversas estériles de ciclo adecuado. Se espera que con alguna de las líneas incluídas en el lote, el restaurador produzca un buen porcentaje de semilla híbrida. En caso de no darse esta situación la línea es eliminada.

Los lotes de producción de nuevos híbridos experimentales se hace dentro del área de Campo Experimental, con una aislación que sabemos no es suficiente pero permite obtener un grado de fuerza aceptable para una evaluación en ensayos. Entre 10 y 15 lotes aislados anualmente nos permiten obtener entre 400 y 500 híbridos. De esta cantidad se descartan un buen número de ellos por deficiencias manifiestas de alguna de las líneas. Con el resto se conducen ensayos de criadero de tipo convencional o de microparcela para el caso de poca semilla disponible.

Cuando los híbridos son ensayados por primera vez se los incluye en 2 épocas de siembra y es allí en realidad donde se conoce su ciclo y demás características mas sobresalientes. Cada híbrido constituye una entidad genética inédita que es observada por primera vez cuando se lo incluye en ensayos.

Como testigos, se incluyen todas las variedades comerciales y si bien todas las características son buscadas, el rinde comparativo es el factor limitante para la difusión de híbridos. Son incluidas por la misma razón líneas inéditas del programa que representan el más alto nivel avanzado en rinde absoluto por una línea pura.

SITUACION ACTUAL . Resultados

Esta metodología general que describe el único programa de investigación de trigo híbrido en nuestro país tuvo que ser desarrollada íntegramente dentro de la empresa trabajando con un esquema básico que luego fue adoptado para las condiciones propias de cada país. Si bien los resultados de estos últimos 5 años son decididamente favorables, varios aspectos importantes insumieron tiempo adicional en la investigación. Nuestra estimación errónea sobre la distancia máxima que podía recorrer el polen de trigo nos produjo inconvenientes derivados de la contaminación. Actualmente buscamos aislaciones para semilla básica de 1500 m.

El manejo de los factores de restauración en su comienzo nos condujo al uso de líneas no purificadas convenientemente que resultaba en híbridos no totalmente restaurados. Un híbrido con restauración deficiente es subestimado en su rendimiento potencial.

La evaluación de los híbridos de prueba para verificar restauración medida en condiciones muy variables puede conducir a resultados erróneos. Estamos utilizando 3 localidades, siendo una de ellas un ambiente controlado de invernáculo en USA el que además nos dá lectura antes de la época de siembra, el dato se corrobora luego con 2 lecturas a campo sembrado en época normal.

En pruebas de evaluación anualmente se incluyen alrededor de 200 híbridos, habiéndose logrado rindes hasta 18% superiores a las mejores variedades testigos. Estimativamente un 10% de los híbridos ensayados se muestran superiores a los testigos porcentaje que pensamos que podemos incrementar, teniendo en cuenta que la gran cantidad de combinaciones realizadas nos han permitido acumular un importante conocimiento de las líneas en su aptitud combinatoria.

El incremento por heterosis medido sobre el padre de más alto rinde está presente consistentemente en un grupo de materiales. Nuestros esfuerzos ahora estan enfocados a una evaluación extensiva de los materiales más promisorios, como así también a resolver convenientemente los aspectos de producción, tan importantes como el híbrido en sí para su factibilidad comercial.

Técnicamente resuelto y comercialmente en vías de concreción, el híbrido de trigo en la Argentina se sumará a los recursos con que dispondrá el productor para aumentar el rinde unitario.

I° Parte-
MEJORAMIENTO DE TRIGO CANDEAL

H. Carbajo

El cultivo del trigo candeal que se iniciara modestamente a nivel comercial en la década del 30 en el centro-sud bonaerense fue expandiendo su área en forma sostenida y aunque no existen estadísticas desagregadas hasta 1963/64, en los años anteriores se estimaban producciones superiores a las 300.00 tn. Esa tendencia se mantuvo así hasta alcanzar su pico máximo en 1969/70 con 750.000 tn.

Esa evolución de la producción no hacia mas que reflejar una sostenida expansión del área sembrada, pues en todo ese período los rendimientos se mantuvieron en niveles similares, con las variaciones lógicas de las alternativas climáticas anuales.

Se llegaron a cultivar más de 400.000 Ha a fines de los años 60. Y a partir de allí se inicia un retroceso, lento al principio, pero que, luego, se hace mas acelerado, llegando en estos ultimos anos a no alcanzar a 80.000 ha anuales.

La producción, en consecuencia, también ha retrocedido drásticamente, pues el incremento de los rendimientos que se produjo desde mediados de la década del 70 por el lanzamiento de nuevos cultivares no ha podido compensar esa abrupta caída del área sembrada. En consecuencia en la actualidad la producción no ha superado las 100.000 tn anuales.

Cabría señalar, sin embargo, que en el período agrícola en curso se estaría insinuando una leve tendencia recuperatoria a favor de precios altamente compensatorios y apoyada también por algunas medidas oficiales.

Esta producción ha estado localizada en el área ecológica IVa, de donde practicamente no ha salido, salvo intentos limitados de expansión de siembra, en sus momentos mas favorables, pero que no prosperaron por las innumerables dificultades que debieron afrontar esas producciones.

Tal vez debiera señalarse que es Argentina uno de los pocos países en el mundo que tiene una importante producción de trigo candeal en un área con pluviometría relativamente alta, lo que agudiza algunos problemas de sanidad y calidad, a diferencia de otros países donde esa triticultura se ubica en sectores relativamente más secos o típicamente áridos.

Como ya senalamos los rendimientos del candeal se mantuvieron por un largo período dentro de un nivel general modesto, que reflejaba por una parte una limitada tecnología y por la otra una reducida tarea fitotécnica. Debe considerarse, sin embargo, que los rendimientos medios del trigo fideos comparativamente con los de trigo pan y para una misma región, en la década del 60 no diferian mayormente entre sí. Diez años después, la situación no era la misma, pues mientras el candeal alcanzaba los 18 quintales, el trigo pan estaba un quintal por encima.

Entre las razones que explicarian esa pérdida relativa pueden estar la mayor dinámica del mejoramiento varietal del pan, especialmente para esa zona el lanzamiento de cultivares de alta productividad y de ciclo mediano a largo, de gran impacto en la producción regional. A ello debe sumarse algunos problemas sanitarios en los cultivos de trigo candeal, que significaron una

caída marcada de su producción, por debajo de la potencialidad productiva de los nuevos cultivares de trigo candeal.

El cultivo se inició en nuestro país con poblaciones introducidas por los inmigrantes europeos, especialmente italianos. A partir de ese material, por selección individual y cruzamiento, en algunos casos, se obtuvieron las primeras variedades puras comerciales. Con este material, al que denominamos "tradicional" se realizaron las producciones hasta mediados de los años 70. Dentro de ese grupo de variedades están Fideos CAPA, Candeal Selección La Previsión, Candeal Durumbuck, Taganrog Selección Buck, Taganrog Vilela Fideos, Taganrog Buck Balcarce y Bonaerense 202.

A partir de allí, y en forma creciente, se produjo su reemplazo con nuevas variedades, de alta productividad, talla baja, ciclo más corto y mejor sanidad frente a las royas. Pero también con características de calidad industrial distintas de lo anteriormente conocido y acreditado. Dentro de ese grupo se encuentra Balcarceño INTA, Buck Sudeste, Buck Mechongué, Bonaerense Valverde y Buck Candisur.

Este material que ha producido un impacto positivo en cuanto a la productividad ha planteado como dijéramos recién algunos nuevos problemas de calidad industrial y en sanidad, que por su importancia tal vez sean decisivos en las perspectivas del cultivo en el futuro y su ubicación en la geografía agrícola argentina.

Como decíamos recién, la sanidad de los cultivares de candeal es buena en general.

Si analizamos cada uno de los fitoparásitos principales en particular, podemos decir en base a la información recogida en el Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades que:

Puccinia graminis: los cultivares "tradicionales" tienen, en general, un comportamiento inferior a los de trigo pan de difusión simultánea. Pero el nuevo material de trigo para fideos en difusión han equiparado a los de trigo pan. También es alentador el panorama de las líneas de probable distribución, pues se muestran como ligeramente mejores a lo ya conocido.

Puccinia recondita: en esta roya la situación ha sido siempre favorable para el trigo candeal en relación con el pan. Esta situación se hace más favorable aún, (ante la declinación del nivel general frente a esta roya de los trigos aestivum.) Tampoco se aprecia ningún problema futuro, pues el material de probable distribución está en un nivel similar al ya difundido.

Septoria tritici: con este parásito se da una situación similar la de roya de la hoja, de buena sanidad de los trigos para fideos. Por otra parte, las líneas más avanzadas de los distintos criaderos parecieran, aunque en forma leve, mejorar, aún más, la situación de privilegio del candeal.

Fusarium sp: en este caso el panorama es inverso al de los 2 parásitos anteriores. Los trigos durum han sido de una manifiesta mayor susceptibilidad que los trigos pan. Si bien la información disponible no es tan extensa y consistente como para los fitoparásitos antes comentados, el material bajo prueba no muestra una mejora al respecto sobre el ya difundido. Podría también

señalarse, con las reservas anteriormente expresadas, que los cultivares de candeal "tradicionales" tendrían un nivel de infección algo inferior al de los cultivares de alto potencial de rendimiento en cultivo.

Resumiendo, para este parásito se habría retrocedido y no hay perspectivas de mejora en el término inmediato, tal vez como consecuencia del desconocimiento de fuentes de resistencia adecuadas y la falta de una metodología de selección adecuada para el mismo.

II° Parte-
INFORME SOBRE MEJORAMIENTO DE TRIGO PARA FIDEOS

L. Goni

Con la finalidad de evaluar el progreso realizado en el mejoramiento de trigo para fideos, hemos acudido al análisis del Ensayo Comparativo de Rendimiento Regional, donde se confrontan líneas avanzadas y variedades inscriptas en la misma situación anual.

El progreso puede registrarse de dos formas distintas: a través de las distintas variedades inscriptas y a través de las mejores líneas, por comparación con un testigo fijo.

Las variedades son:

Taganrog Selección Buck	Bonaerense Valverde
Taganrog Buck Balcarce	Buck Sudeste
Taganrog Vilela Fideos	Buck Mechongué
Candeal Durumbuck	Buck Candisur
Balcarceño INTA	

Las cuatro primeras corresponden a cultivares obtenidos a partir de germoplasma local, siendo genotipos altos, con poca productividad.

Las restantes cinco pueden situarse dentro del grupo de variedades de alta productividad, con baja estatura.

La permanencia de las nueve variedades en el Ensayo Regional ha sido variable, oscilando entre dos años (Taganrog Vilela Fideos) y doce años (Taganrog Selección Buck y Balcarceño INTA).

Se ha tomado a Taganrog Selección Buck como testigo fijo, por ser una vieja variedad que lleva incluida doce años en el Ensayo Regional.

La evaluación de líneas se hizo seleccionando las mejores para cada característica, en número igual al de los testigos de cada año y localidad, sin discriminar identidad.

Fenotípicamente son de tipo precoz, derivando de selecciones de material introducido o de hibridaciones realizadas en el país. Para la casi totalidad de ellas, intervienen en su genealogía progenitores precoces en proporción variable.

La información que se presenta aquí corresponde a los datos promediados de tres localidades de las cinco que intervienen hasta 1982 en el Ensayo Regional. Se ha considerado que Balcarce, Barrow y Miramar, corresponden a localidades típicas del área de siembra de trigo para fideos.

Se discutirán tres variables agronómicas: rendimiento de grano, peso hectolítrico y peso de mil granos y dos de calidad industrial: % de sémola y % de proteína, mediante el comportamiento de las variedades inscriptas y las mejores líneas frente a Taganrog Selección Buck.

Resultados

- a) Rendimiento de grano: en doce años de Ensayo Regional, la mayoría de las variedades inscriptas superaron a Taganrog Selección Buck, especialmente Buck Mecongué y Buck Candisur.

Las mejores líneas presentaron comportamiento semejante (21%).

- b) Peso hectolítrico: variedades inscriptas y líneas redujeron sus pesos hectolítricos, respecto de Taganrog Selección Buck.

- c) Peso de mil granos: la mitaad de las variedades, especialmente Buck Mechongué y Buck Candisur, superaron a Taganrog Selección Buck.

Las líneas en promedio, reducen su peso de grano.

- d) % de sémola: Buck Candisur es la única variedad inscripta con rendimiento de sémola superior a Taganrog Selección Buck.

En las líneas se observa un mejor comportamiento, especialmente en los tres últimos años.

- e) % de proteína: Ninguna de las variedades inscriptas consigue superar a Taganrog Selección Buck.

En las mejores líneas los tenores proteicos no han variado significativamente respecto de Taganrog Selección Buck.

Conclusión final

Del estudio de las variedades se infiere un incremento de la productividad, con reducción del peso del grano. Hay diferencias para tamaño de grano. Los valores porcentuales de sémola y proteína no han sufrido mayores cambios, excepto en Buck Candisur.

Con respecto a las líneas, se ha producido un aumento de rendimiento en Kg/ha, pero reduciendo peso y tamaño de grano. Los valores de calidad industrial se han mantenido semejantes a los del testigo de comparación Taganrog Selección Buck.

MEJORAMIENTO GENETICO DEL TRIGO EN LA REGION DEL CONO SUR

M. M. Kohli

El Cono Sur de América está integrado por 5 países (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) y se cultivan aproximadamente 11 millones de hectáreas entre los 15 y 41 grados de latitud sur. Esta región abarca más del 95 por ciento del área y producción triguera de Sud América (Tabla 1). En los últimos años, los rendimientos promedios de la región han caído por debajo del rendimiento medio mundial, el promedio de 1980-82 para la región, es solamente un 74% del promedio mundial. Sin embargo un modesto incremento en la productividad sumado a un aumento substancial en el área sembrada durante el mismo período, han permitido a la región satisfacer su creciente demanda de trigo (Tablas 1 y 3).

Debido al alto nivel de producción en Argentina, la región del Cono Sur pudo producir durante 1982, alrededor de 50% más de trigo que el consumido. La capacidad de producción de Argentina, más el alto potencial de expansión de sus fronteras agrícolas (Tabla 4) proporciona una idea del papel importante que puede tener en la producción mundial de alimentos.

Fluctuaciones extremas de varios factores ambientales a través de la región, y en ciertos lugares, problemas complejos de suelo, requieren la completa comprensión por parte de los productores e investigadores, de las técnicas de manejo necesarias para producir un trigo sano. Esto debe tener un alcance masivo ("critical mass") antes de que los programas de mejoramiento puedan incrementar los rendimientos y mejorar las características agronómicas. Además, dadas las diversas condiciones ambientales de la zona (desde tropicales hasta templadas) se deben producir trigos primaverales, facultativos e invernales, los que deben poseer un amplio rango de caracteres que permitan la adaptación a esas distintas condiciones. Debido a estas complejidades las investigaciones sobre mejoramiento y manejo deben conducirse en estrecha relación para causar un efecto notable en la productividad y en la producción total.

Ya que los sistemas de producción se discutirán en detalle en otra sesión, en este papel se tratarán los problemas y logros del mejoramiento triguero en el Cono Sur.

Los Comienzos del Desarrollo del Germoplasma

La mayoría de los países del Cono Sur comenzaron con sus programas de mejoramiento de trigo durante las dos primeras décadas del siglo XX. Este primer mejoramiento se basó primordialmente en la colección y selección de material local y de variedades que se venían usando desde la época colonial o de las que más tarde trajeran los inmigrantes europeos. Un estudio completo y meticuloso sobre las características agronómicas y de adaptación del material existente llevó, alrededor de 1920, al lanzamiento de las primeras variedades mejoradas de trigo para el Cono Sur. Estas variedades seleccionadas localmente formaron una base sólida que se usó en cruces con otras introducciones provenientes principalmente de la misma región (Argentina, Brasil y Uruguay) pero en ciertos casos de otras fuentes foráneas. En ese momento el principal criterio de selección era la corrección de defectos agronómicos como ser vuelco, desgrane y dificultad de trilla, como así también el mejoramiento de

resistencia a enfermedades. En Brasil también se seleccionaba por tolerancia a suelos ácidos y por precocidad (los trigos "ciclo corto" eran necesarios para las siembras tardías).

Algunos científicos llamaron a este período los años dorados del mejoramiento de trigo en el Cono Sur, por los rápidos avances realizados y la gran cantidad de variedades obtenidas. Estas variedades pasaron a ser los cimientos para los trabajos de mejoramiento posteriores, no sólo de la región sino también para otras partes del mundo.

La Introducción de Germoplasma Semienano Mejicano

La relación entre la región del Cono Sur y la Oficina de Estudios Especiales en Méjico (y otros países) comenzó en los primeros años de la década del 50. Como resultado de esta asociación, gran cantidad de trigos mejicanos fueron incorporados en los programas nacionales de mejoramiento. Las características más importantes de estas introducciones fueron el alto potencial de rendimiento y la resistencia a enfermedades, especialmente a las royas. En el comienzo de los años 60, el carácter semienano de los trigos mejicanos (que deriva del cruce Norin 10-Brevor) se utilizó muchísimo en los programas nacionales de fitomejoramiento.

El germoplasma mejicano de esa época llevaba un conjunto de caracteres muy útiles. Debido a que cada año se cultivaba y seleccionaba (y aún se sigue haciendo) durante dos ciclos distintos y en dos localidades distintas (el ciclo de invierno se cultiva en el noroeste de Méjico en las planicies de la costa y el de verano, cerca de la Ciudad de Méjico, en las tierras altas) estos tipos semienanos precoces eran insensibles al fotoperíodo, de alto rendimiento bajo una amplia gama de condiciones ambientales, y resistentes a una cantidad de enfermedades de importancia económica. También presentaban excelente adaptación a períodos cortos de crecimiento y a condiciones de regadío. Sin embargo no causaron impacto en las áreas del Cono Sur con problemas complejos de suelo o donde el manchado de la hoja y las enfermedades de la espiga eran endémicas. En estas áreas, los cruces entre los materiales adaptados localmente y los semienanos mejicanos han demostrado ser muy superiores a las variedades comerciales tradicionales, y actualmente se están seleccionando frente a una gran cantidad de adversidades locales. Esta agenda de investigación (programa de selección) define los objetivos actuales de fitomejoramiento de los programas nacionales de trigo en la región(ver Tabla 5).

Cruces de Trigos Invernales x Primaverales

Las aparentes ventajas en la producción debidas a la insensibilidad al fotoperíodo y a la amplia adaptación de los trigos mejicanos estaban limitadas en la mayoría de los casos a aquellas áreas que requerían variedades de maduración temprana o donde las condiciones ambientales permitían siembras tardías. Se conocía la gran necesidad de trigos primaverales de maduración tardía o de tipos facultativos, y al finalizar la década del 60, esto condujo a la intensificación de programas de cruzamientos de trigos primaverales x invernales (ej.: el Proyecto Cooperativo de la Universidad Estatal de Oregon y CIMMYT). Los cruces de primaverales x invernales brindan una considerable diversidad en variabilidad genética (para rendimiento, adaptación, resistencia a enfermedades, mejor desarrollo de raíces, calidad panadera, etc.).

Anteriormente se había intentado realizar estos cruces en el Cono Sur pero fueron sólo en pequeña cantidad y bajo condiciones controladas. Intensificar la investigación significaba que los cruces y las selecciones se debían realizar en gran escala bajo condiciones de campo. Más adelante, el programa nacional de Chile, líder en estas experiencias, brindó germoplasma al proyecto cooperativo OSU-CIMMYT.

Las progenies derivadas de los cruces primaverales x invernales han causado gran impacto en todos los programas de fitomejoramiento. Los germoplasmas de distinta maduración y seleccionados bajo condiciones ambientales específicas demuestran mejor adaptación frente a las fluctuaciones de las precipitaciones en la producción de secano, como también bastante alta resistencia a las enfermedades de la región.

Se debe destacar la especial contribución de los trigos invernales que poseen la translocación 1B/1R de un cromosoma simple de centeno. Líneas avanzadas derivadas de padres tales como Kavkaz, Aurora, Weique y Clemente, cruzadas con trigos locales o materiales mejicanos se seleccionan en cantidades extraordinarias en el Cono Sur (y en otros lugares). Estas líneas constituyen el germoplasma más sobresaliente de trigo pan, actualmente disponible. Una cantidad considerable de estas líneas seleccionadas en las nurseries internacionales de CIMMYT y en los programas locales están superando, por un margen significativo, a los rendimientos de las viejas variedades. Algunas de las líneas de amplia adaptación y altos rendimientos provenientes de CIMMYT que llevan la translocación 1B/1R son: Veery, Bobwhite, Sunbird, Chat, Broadbill, y Hoopoe.

Cruces de Trigos Brasileños x Mejicanos

Un importante factor que limita la adaptación de los germoplasmas mejicanos en algunas regiones de Brasil, potencialmente importantes, fue la extrema susceptibilidad de los trigos mejicanos a altas concentraciones de aluminio soluble comúnmente presentes en los suelos ácidos. Algunos programas de trigos brasileños utilizaron materiales mejicanos en cruzamientos con variedades locales tolerantes al aluminio y como resultado se crearon a mediados de los años 60 una serie de trigos semienanos IAS que tuvieron un poco más de éxito.

La producción comercial de estas variedades alcanzó un pico cuando la línea avanzada mejicana Alondra, derivada de un cruce de primaverales x invernales y que lleva la translocación 1B/1R, demostró tener adaptación a suelos ácidos, especialmente en aquellos donde el fósforo no es un problema. Alondra, un trigo semienano de espiga grande también tenía resistencia a muchas enfermedades comunes en Brasil y fue rápidamente lanzado como variedad. Se ha convertido en un importante progenitor de muchos de los cruces con trigos brasileños.

El programa bilateral entre Brasil y CIMMYT, "shuttle-breeding" está dando resultados fascinantes. Las líneas son seleccionadas por científicos brasileños (en Brasil) por su adaptación a suelos ácidos, resistencia a enfermedades y tolerancia a condiciones ambientales específicas; los científicos de CIMMYT seleccionan líneas (en México) por alto potencial de rendimiento, características agronómicas y resistencia a enfermedades prevalentes. La selección realizada en varios ambientes (en ambos países) por resistencia a enfermedades y otras características está dando como resultado una gran cantidad

de líneas con una característica llamada "hoja verde" (green leaf). Esta característica es probablemente el resultado de la combinación de un alto grado de resistencia a enfermedades y un mejor desarrollo de la planta lo que parece deberse al mejoramiento de los sistemas radicales y del balance nutricional. Esto parecería inhibir (en distinto grado) a los patógenos de las enfermedades que causan manchado de la hoja. Algunas de las líneas avanzadas de estos cruces están siendo multiplicadas para el eventual lanzamiento como variedades comerciales, probablemente en 1984.

En base a los resultados obtenidos hasta la fecha, se anticipa que el programa shuttle breeding entre Brasil y CIMMYT va a dar tantas recompensas como el proyecto cooperativo OSU-CIMMYT de cruces entre primaverales e invernales. Estas actividades de cooperación internacional brindan a muchos programas nacionales de mejoramiento triguero de países en desarrollo, la oportunidad de seleccionar y utilizar germoplasma que poseen considerable diversidad en su pasado genético. Algunas de las variedades más nuevas lanzadas en el Cono Sur originadas en CIMMYT se presentan en la Tabla 6 ; en la Tabla 7 se muestra, dentro de los nuevos lanzamientos para la región desde 1978, la proporción que corresponde a los originados en CIMMYT. La mayoría de los programas nacionales del Cono Sur actualmente disponen en sus programas de cruzamientos germoplasma de altos rendimientos ya bien adaptados a las condiciones locales. Debido a esto, la región está próxima a otro salto en la producción de trigo.

Necesidades Futuras

En este momento es conveniente discutir algunos de los factores fundamentales para el continuo éxito de los programas nacionales de mejoramiento de trigo del Cono Sur.

1) El enfoque "Component Building" o "Bridging" (superposición de componentes o paralelismo): La mayoría de los programas de trigo de la región utilizan métodos tradicionales de mejoramiento, o distintas modificaciones de los mismos según las necesidades locales. El método genealógico de selección se ve favorecido por la efectiva selección de características visibles, el método bulk o masal modificado se usa cuando los caracteres deseados se encuentran cubiertos por condiciones ambientales desfavorables u otras adversidades. Los métodos de retrocruza, multilíneas, mezclas varietales y mutación se han usado, en distinto grado, en la región para solucionar problemas específicos.

En los programas nacionales de mejoramiento se ha dado sin embargo mayor énfasis a la identificación y selección de variedades de altos rendimientos, y al común procedimiento de cruzar el mejor material disponible entre sí. Ya que cada línea selecta contiene un gran número de atributos positivos, cruzandolas entre sí se logra construir lo que puede llamarse una gran pirámide genética que crece de tamaño cada vez que se lanza una nueva variedad. A menudo, los programas nacionales de mejoramiento se resisten a incorporar germoplasmas nuevos, especialmente esos que tienen pobres características agronómicas, porque temen la retrogresión en el programa y la pérdida del potencial de rendimiento. Esta oposición a la incorporación de nuevas fuentes de variación genética puede llevar rápidamente a la restricción de variabilidad genética en los materiales para cruzamientos.

Aquí es donde "component building" juega su rol fundamental. Todos los caracteres importantes, especialmente aquellos que se encuentran en los

materiales que por sus características agronómicas no pueden ser usados, o en las especies exóticas, necesitan ser mejorados independientemente de los efectos de selección sobre rendimiento o adaptación. Los caracteres deseados deberían ser mejorados y seguidos en programas paralelos de desarrollo de germoplasma, proceso que se podría considerar como la construcción de una "pequeña pirámide genética". Los objetivos de este enfoque es transferir caracteres útiles a plantas de tipos útiles lo que puede hacerse con retrocruzas y policruzas, combinadas con el uso de presión de selección para un carácter específico o para un grupo de caracteres.

Cuando un carácter está gobernado por una gran cantidad de genes menores, o tiene poca expresión y baja heredabilidad, probablemente lo mejor es usar selección recurrente. Los progresos en el desarrollo de gametocidas efectivos están permitiendo el establecimiento de gran cantidad de pools genéticos para cada carácter individual, los que pueden combinarse consecutivamente en poblaciones útiles. Estos pools genéticos y poblaciones provenientes de selecciones recurrentes pueden servir de "puente" para transferir importantes caracteres de la "pequeña pirámide genética" a la "gran pirámide genética", sin sufrir pérdidas significantes de rendimiento o de adaptación.

2) Incorporación de resistencia a enfermedades: El objetivo más importante de todos los programas nacionales de mejoramiento de trigo en el Cono Sur es la estabilidad del rendimiento a través de la resistencia efectiva a un complejo de enfermedades. Sin embargo, no se han implementado por completo procedimientos y técnicas de selección uniformes; faltan en la región localidades claves y estables de selección, y la medida en la que se utilizan las técnicas de inoculación artificial, de aceptación general, varía según los programas. En ciertos programas, los fitopatólogos han comenzado a inocular material seleccionado, lo que contribuye a la identificación de progenitores. Sin embargo grandes poblaciones de materiales segregantes o avanzados aún se evalúan sin una determinada presión de selección. Sólo las inoculaciones artificiales uniformes pueden garantizar el éxito de la selección de germoplasma para resistencia a enfermedades, y este esfuerzo necesita combinarse con estudios epidemiológicos bien realizados y cuidadosos ensayos de campo en localidades claves para las enfermedades, conducidos durante un número de años.

El reciente movimiento de la roya amarilla de la cebada, raza 24 ejemplifica la necesidad de una efectiva selección por resistencia a enfermedades en el Cono Sur. Esta raza se detectó primeramente en Colombia en 1975 y para el final de 1978 cubrió todos los países de la región Andina; cruzó la alta Cordillera de los Andes y entró en el norte de Chile en 1980 (Figura 1). Desde entonces, se ha extendido hacia el sur en Chile y ha entrado en el sur de Argentina en 1982, lo que confirma la compleja interrelación de la región.

La mayoría de la región del Cono Sur y las bajas planicies de Bolivia abarcan una gran zona epidemiológica. De modo que, cualquier resistencia de base estrecha o específica puede durar sólo un muy corto tiempo. La región necesita germoplasma con amplia resistencia, identificado y seleccionado a través de sistemas de ensayos eficientes que expongan al material a una gran cantidad de virulencias de enfermedades importantes. Además, se necesita establecer una red de localidades claves para enfermedades dentro de cada país (y para toda la región) para que la selección uniforme, bajo condiciones naturales y/o inoculaciones artificiales, puedan proveer información fidedigna sobre resistencias.

La incorporación en el mismo material de resistencias específicas y de resistencias de amplio espectro puede impartir cierta resistencia durable en variedades comerciales. Si uno (o más) de los sistemas de resistencia fracasan, las resistencias combinadas pueden proveer un efecto buffer y tiempo suficiente para una transición suave a una nueva variedad de mayor resistencia. La creación de dicho sistema de resistencia, que se basa en una gran cantidad de cruces, requiere el uso de una selección a campo eficiente con técnicas de inoculación artificial apropiadas, como también ensayos en invernaderos bajo condiciones controladas toda vez que sea necesario.

3) Rendimientos estables vs. altos rendimientos: Los rendimientos de muchas variedades no mejoradas o razas locales tienden a ser bastante estables cuando estas se cultivan en el ambiente del cual surgieron. Esta clase de estabilidad en los rendimientos es una característica deseable, especialmente en sistemas de agricultura de subsistencia; desafortunadamente, la estabilidad de los rendimientos de las variedades "tradicionales" esta generalmente asociada con muy bajo potencial de rendimiento. Ahora que se dispone de un gran pool de germoplasma, incumbe a los fitomejoradores y a los científicos de la producción la estabilización de estos rendimientos a altos niveles. Los ensayos en múltiples localidades juegan un papel clave en la identificación de líneas avanzadas promisorias con altos rendimientos y estabilidad.

Aparentemente el desarrollo de dichos materiales necesita realizarse en dos fases:

- a) seleccionar para alto potencial genético de rendimiento bajo condiciones de producción máximas/óptimas;
- b) buscar factores de estabilidad mientras se seleccionan estos materiales de altos rendimientos bajo condiciones óptimas de producción y en ambientes adversos. El aspecto importante de esta fase es la selección de ambientes y la uniformidad en la presión de selección.

CIMMYT ha usado exitosamente este enfoque en el desarrollo de líneas avanzadas de altos rendimientos estables sobre una amplia gama de ambientes de producción. Se usan enfermedades u otras importantes adversidades para seleccionar por germoplasma que tenga el rendimiento más alto bajo condiciones adversas. Otro método es seleccionar alternadamente en altos rendimientos y en ambientes adversos. Este procedimiento puede resultar en germoplasma que combinen estas dos características, como ha pasado con los cruces Brasileños x Mexicanos mencionados con anterioridad.

4) Sistemas de ensayos: La mayoría de los programas nacionales requieren una examinación completa del germoplasma mejorado a niveles locales antes de que entren en los sistemas de ensayos nacionales o regionales. Con este procedimiento se confirma el valor potencial de una línea, pero también se retrasa el lanzamiento comercial y eventualmente se acorta la vida efectiva de una nueva variedad. En muchos casos este sistema es tan estricto que no hace diferenciación entre germoplasma destinado a la producción en condiciones de secano o de regadío, ej., entre condiciones agrícolas bastante inestables vs. estables.

El número de años necesarios para los ensayos puede reducirse fácilmente por medio del uso de información de localidades claves de ensayos. Asignadole valor

a cada localidad se podría mejorar aún más y acelerar el proceso de decisión lo que resultaría en un lanzamiento más temprano de variedades de altos rendimientos. En esos casos, en los cuales el germoplasma se ha expuesto desde un comienzo, por medio de la selección y ensayos en distintas localidades, a una amplia gama de adversidades en la selección, retrasos adicionales en el lanzamiento de materiales de altos rendimientos sólo pueden acortar la vida efectiva y reducir la utilidad fundamental de éstos.

5) Sistemas de multiplicación y el uso de semilla certificada: el lanzamiento de nuevas variedades es de muy poco valor sin sistemas efectivos de multiplicación y distribución de las semillas. En muchos casos, la cantidad de semilla disponible en el momento del lanzamiento de la variedad es muy pequeña para crear un efecto significativo a corto plazo. Esto puede remediarse estableciendo programas paralelos de multiplicación de semillas, especialmente durante las últimas etapas de ensayos. La disponibilidad de grandes cantidades de semillas en el momento del lanzamiento de una variedad, a menudo favorece su fácil difusión, adopción y eventual contribución a la producción. En algunos casos, un alto precio en las semillas certificadas también reduce su adopción. Es necesario que exista una diferencia razonable entre el precio de la semilla de trigo y el precio del trigo comercial, si bien esa "diferencia razonable" varía de una situación a otra.

El promedio de vida efectivo de una variedad de trigo primaveral de altos rendimientos está entre los cuatro y cinco años. Esto no significa que la variedad va a ser inútil después de cinco años, sino que después de cinco años los programas nacionales de mejoramiento deberían tener ya algo mejor disponible. Tal cadena de lanzamientos de variedades, cada una mejor que la anterior ("mejor" se refiere a rendimientos más altos y estables brindando mayores ganancias netas a los productores), es la única regla por la cual los programas de mejoramiento pueden medir razonablemente su éxito en la contribución al aumento de la producción nacional.

Tabla 1: Situación triguera de Sud América en un contexto global

	Período	Area (10 ⁶ ha)	Rendimiento (Q/Ha)	Producción (10 ⁶ ton)
El Mundo	1934-38	168.9	9.7	167.5
América del Sur		8.6 (5.09%)	9.6 (99%)	8.2 (4.90%)
El Mundo	1948-52	173.3	9.9	171.2
América del Sur		6.9 (3.98%)	10.7 (109%)	7.4 (4.32%)
El Mundo	1961-65	210.5	12.1	254.4
América del Sur		7.4 (3.51%)	13.6 (112%)	10.1 (3.97%)
El Mundo	1974-76	227.5	16.9	383.4
América del Sur		9.5 (4.18%)	13.2 (78%)	12.9 (3.36%)
El Mundo	1980-82	238.8	19.3	461.7
América del Sur		9.7 (4.07%)	14.3 (74.1%)	14.0 (3.04%)

Tabla 2. Producción de trigo en el Cono Sur

	Area Cosechada (1000 ha)			Rendimiento (kg/ha)			Producción (1000 MT)			Consumo (1000 MT)		
	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982
Argentina	4916	5311	7320	1534	1603	2067	7541	8513	15130	4300	4500	4700*
Brazil	812	2981	2829	707	879	654	574	2621	1849	2731	5200	6074
Chile	753	652	374	1437	1437	1739	1082	936	650	1340	1850	1656
Paraguay	9	30*	70*	814	720	986	7	22	69	90	120	150
Uruguay	453	464	234	1027	1067	1353	465	496	316	285	424	396
Total	6943	9438	10827				9669	12588	18014	8746	12094	12976

* Estimado

Tabla 3. Población de la región del Cono Sur

	Estimaciones sobre poblacion (millones)	Incremento natural (% anual)	Poblaciones proyectadas para el 2000 (millones)	Poblacion urbana
América del Sur Tropical	216.0	2.4	316.0	65
Bolivia	5.9	2.7	9.5	42
Brazil	131.3	2.3	187.7	68
Paraguay	3.5	2.7	5.5	40
América del Sur Templada	44.0	1.5	53.0	82
Argentina	29.1	1.5	34.5	82
Chile	11.5	1.6	14.7	81
Uruguay	3.0	0.9	3.4	84

Fuente: 1983 Datos de Población del Mundo del Population Reference Bureau, Inc., USA.

Tabla 4. Crecimiento y potencial de las tierras para usos agriculas
(en '000 Ha)

	Tierra con cultivos permanentes o anuales		Aumento	Aumento %	Potencial Maximo Estimado	Potencial de Aumento	% del aumento del total mundial
	1966	1976					
Total Mundial	1418210	1491800	73590	5.19	2496000	1004200	100.00
Países Desarrollados	659461	672857	13396	2.03	854000	181143	18.04
Países en Desarrollo	758743	818943	60200	7.93	1642000	823057	81.96
América Latina	123558	143568	20010	16.19	586000	442432	44.06

Tabla 5. Importantes características del mejoramiento triguero para la región del Cono Sur.

1. Altos y estables rendimientos y gran adaptación.
2. Resistencia a enfermedades:
 - a) Enfermedades que manchan la hoja: septoriosis, helminthosporiosis, royas, oidios y BYDV
 - b) Enfermedades de la espiga: fusariosis y manchado de la gluma
 - c) Enfermedades de las raíces: pietin, podredumbre de la raíz y podredumbre del cuello
3. Características agronómicas:
 - a) Altura de planta semienana y canas fuertes
 - b) Maduración (división del ciclo en 2/3 pre-espigazón + 1/3 post-espigazón)
 - c) Resistencia a desgrane
4. Resistencia a adversidades del medio ambiente:
 - a) Tolerancia a la sequía
 - b) Tolerancia a las heladas
 - c) Resistencia al brotado
5. Resistencia a toxicidad del suelo y nutrición vegetal:
 - a) Resistencia a la toxicidad del aluminio
 - b) Resistencia a toxicidades de Mn + Fe
 - c) Sistemas eficientes de extracción de P

Tabla 6. Variedades de trigo con germoplasma Mejicano recomendadas en el Cono Sur; 1978-82

<u>Argentina</u>	1978-79:	Saira INTA, Labrador INTA, San Agustin I
		Buck Mechonge
	1980	Chasico INTA, Trigal 707, Trigal 708
	1981	Klein Atalaya
	1982	Buck Candisur, Klein Cartucho
	Otras comerciales:	Marcos Juárez INTA, Leones INTA, B ñ
<u>Brazil</u>	1978-79:	Moncho, Nambu, Pampa
	1980	Alondra 4546, Tucano, El Pato
	1981	Anahuac, Cocoraque
	1982	Candeias, Pavao
	Otras comerciales:	INIA 66, Jupateco 73, Tanori 71
<u>Chile</u>	1978-79:	Sonka INIA, Trisa INIA, Yecora 70, SNA-3
	1981	Victoria
	1982	Chasqui INIA, Maiten INIA, Millaleu INIA
		Onda INIA, Sipa INIA
	Otras comerciales:	Marienela, SNA-1, SNA-2
<u>Paraguay</u>	1978-79:	Itapua-25
	1982	Alondra-1, Cordilleras-3
	Otras comerciales:	Itapua-1, Itapua-5

Tabla 7. Cantidad de variedades de trigo lanzadas en el cono sur durante 1978-82

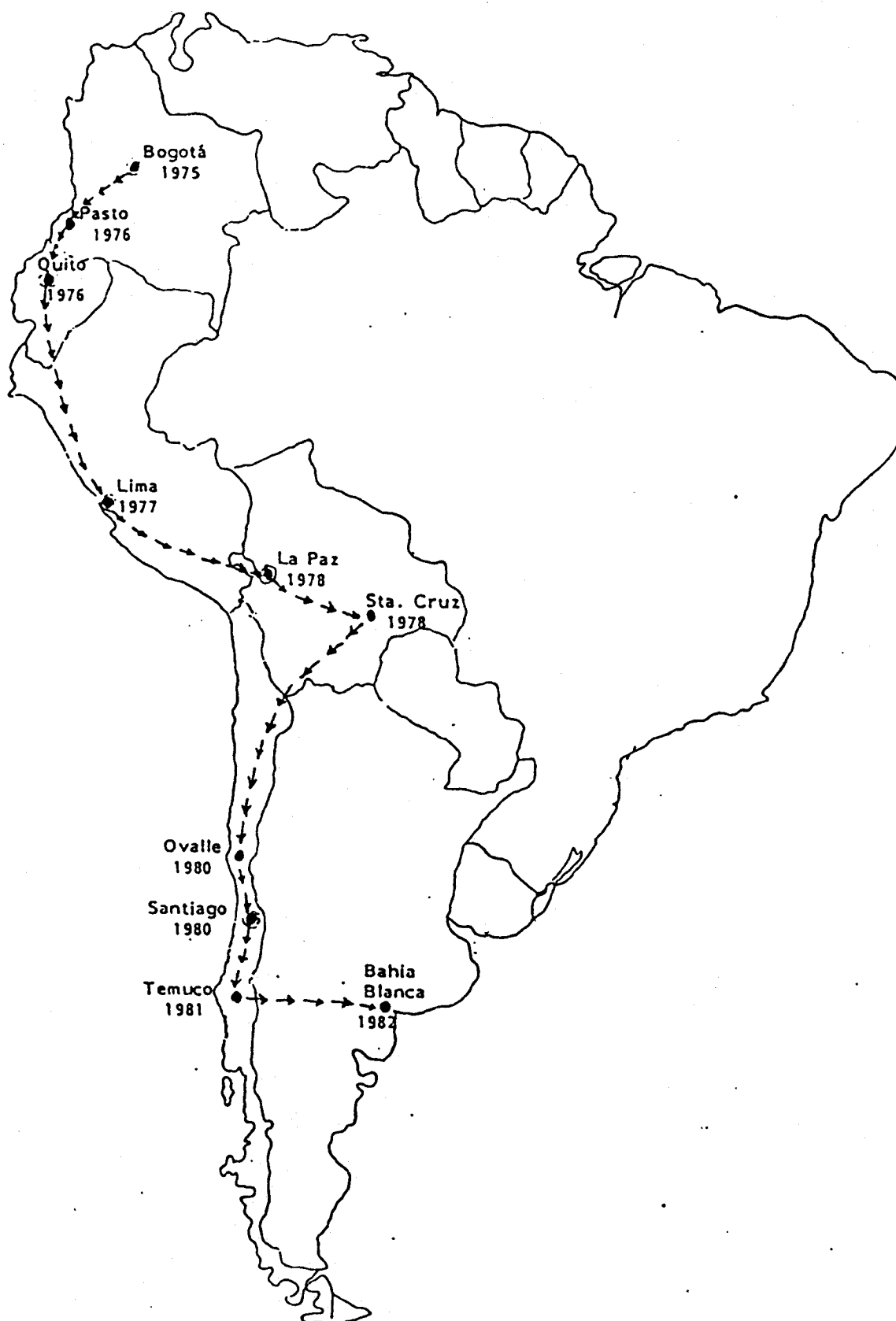
Country	1978-79	1980	1981	1982
Argentina	8 (5*)	7 (2)	2 (1)	2 (2)
Brazil	10 (3)	11 (3)	7 (2)	6 (2)
Chile	9 (4)	-	4 (1)	8 (5)
Paraguay	2 (1)	1	1	3 (2)
Uruguay	1	-	2	1

* Las figuras en parentesis indican las variedades originadas en CIMMYT.

Tabla 8. Metodologías de cruzamientos comúnmente usadas por los programas de trigo en la Región del Cono Sur.

1. Selección genealógica
2. Bulk:
 - a) Selección Modificada
 - b) Selección Mecanizada
3. Método de retrocruza
4. Mutaciones
5. Multilineas
6. Mezclas varietales

Figura 1. Recorrido de la roya amarilla de la cebada raza 24 en América del Sur



TECNICAS DE CRUZAMIENTOS Y SELECCION PARA EL MEJORAMIENTO DE CEREALES EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

W. E. Kronstad

El Rol del Fitomejorador de Cereales

Los expertos en fisiología vegetal han estimado que bajo condiciones óptimas debería ser posible obtener rendimientos de veinte toneladas por hectárea de trigo. Desafortunadamente, el cultivo de cereales nunca se realiza bajo condiciones óptimas siendo el rendimiento mundial medio de trigo y cebada menos de dos toneladas por hectárea. Es obvio, entonces, que existen muchos impedimentos para la obtención de altos niveles de rendimientos, como ser adversidades ambientales y biológicas que interfieren en el logro de un rendimiento máximo de granos. El rol del fitomejorador comprende el desarrollo de variedades que sean resistentes y tolerantes a aquellos factores ambientales y biológicos que limitan la producción. Algunos de estos factores son: 1) temperaturas extremas, 2) humedad, 3) germinación en el campo cuando las lluvias se dan en período de cosecha, 4) baja fertilidad y otros problemas del suelo, 5) calidad y cantidad de luz, 6) extensión del periodo de crecimiento, 7) viento, 8) granizo, 9) contaminación del aire, 10) malezas, y 11) enfermedades y plagas. Estas adversidades de distintas características pueden darse en mayor o menor medida de acuerdo con el sistema de manejo empleado. Para lograr esto, el fitomejorador debe seguir cuatro pasos principales. El primer paso consiste en crear una variabilidad genética útil. A esto le sigue la aplicación de una correcta presión de selección de modo tal que la progenie deseada puede ser identificada entre las poblaciones segregantes. Una vez que se aísla tal progenie, el siguiente paso es la evaluación de las selecciones. El paso final consiste en la multiplicación y distribución de nuevos cultivares. Se debe enfatizar que sólo cuando las variedades son multiplicadas y distribuidas entre los productores se puede considerar que el fitomejorador ha hecho su contribución.

Principales Decisiones

Los fitomejoradores de cereales deben enfrentar dos decisiones importantes. La primera implica la identificación de la combinación más prometedora de progenitores para hibridizar, creando de esta manera la más alta frecuencia de variación genética útil. En segundo lugar el fitomejorador debe ejercer una presión de selección efectiva y desarrollar técnicas que permitan la identificación de progenie de características agronómicas superiores dentro de las poblaciones segregantes. Tanto para trigo como para cebada, el número de combinaciones híbridas posibles es casi infinito. Tal vez es aquí, más que en cualquiera de las otras etapas del mejoramiento, donde el fitomejorador debe tener conocimiento de la carga genética de los posibles progenitores y de la habilidad de combinación de éstos. Generalmente esto sólo se logra con años de experiencia. En los casos de caracteres de herencia simple tales como ciertas resistencias a enfermedades, madurez y altura de la planta, la decisión es fácil y los progenitores a cruzar son obvios. En cambio, para los caracteres de herencia cuantitativa como son el rendimiento de granos y varios de los factores de calidad, la decisión es difícil. También se ha descubierto que para la obtención de una alta frecuencia de material deseable en las generaciones posteriores, es muy útil el uso de cruza de 3 o 4 padres. Generalmente en

cruces de 3 progenitores el tercer progenitor será una variedad o selección con 1) habilidad combinatoria probada, 2) adaptación al área y 3) máxima expresión de la mayoría de los caracteres deseables. Después de decidir que cruces hacer, el fitomejorador debe tomar la segunda decisión importante que es elegir el procedimiento de selección a seguir. El tipo de selección va a depender de un número de factores. Estos comprenden: 1) cantidad de variación genética disponible, 2) naturaleza de esta variación genética, 3) si el carácter es de herencia cualitativa o cuantitativa, 4) cantidad de caracteres a mejorar, 5) sistema de manejo del cultivo (cultivo múltiple, anual o de barbecho estival) y 6) la filosofía del mejorador de desarrollar variedades de amplia o estrecha adaptación.

Selección

La decisión respecto a si el fitomejorador puede seleccionar en las primeras generaciones (F2 y F3) o si debe esperar a seleccionar en generaciones más avanzadas, dependerá del tipo de herencia, cualitativa o cuantitativa del carácter y de la naturaleza de la acción del gen que influencia a ese carácter en particular. Los caracteres que están influenciados por pocos genes y no son demasiado modificados por el ambiente, por ejemplo color de semilla, altura de la planta y tal vez maduración, se seleccionan sin inconvenientes en las primeras generaciones porque es fácil identificar los genotipos deseados. Las selecciones tempranas, en la F2 o F3, pueden ser efectivas ya que las plantas poseen o no el carácter. Sin embargo, a veces se hace necesario el uso de técnicas especiales para identificar el material deseado entre los segregantes. Un ejemplo de esto se puede observar en el caso del desarrollo de plantas tolerantes al aluminio. En muchos países del mundo, los suelos ácidos constituyen un problema limitante de la producción de cereales. En las investigaciones realizadas en OSU en suelos ácidos se descubrió que el factor limitante era el aluminio. A partir de esto se desarrolló un método conocido como la técnica de plántulas en solución nutritiva. Las variedades de los posibles progenitores o las poblaciones segregantes se hacen germinar en una solución nutritiva durante 36 horas. Luego se transfiere este material a una solución buffer que contiene concentraciones específicas de aluminio. Después de esta exposición frente a dicha adversidad ambiental se transfiere nuevamente a una solución nutritiva o "feliz". Después de 36 horas, las plántulas se evalúan en base a su habilidad para reiniciar el crecimiento de las raíces. Se facilita así la identificación de las plantas tolerantes, las que se transplantan en el campo para seleccionarlas por otras características. La tolerancia a la toxicidad causada por el aluminio se menciona en la literatura como un carácter heredado cuantitativamente. En cambio, usando esta técnica de la solución, se encontró que el control genético de esta tolerancia es de herencia simple con la participación de 1 o 3 genes. Dicha técnica puede emplearse para otros caracteres donde exista una gran interacción ambiente-genotipo que dificulte la identificación de los tipos deseados, especialmente a campo.

El rendimiento en grano es un carácter heredado cuantitativamente en el cual la variación es continua y esta influenciada tanto por factores genéticos como por factores del ambiente. En este caso se hace más difícil identificar las combinaciones de padres mas prometedores que daran la mayor frecuencia de material deseado. Además es más difícil identificar las plantas de mayores rendimientos en las generaciones tempranas. Entonces, cuando se cruza y selecciona para máximo rendimiento en grano se debe desarrollar una estrategia diferente. Frecuentemente la selección se retrasa hasta la F5 o F6 en las

cuales se pueden establecer ensayos comparativos de rendimiento con el fin de determinar el rol del ambiente. Uno de los enfoques usado en el mejoramiento para la obtención de variedades de máximos rendimientos es el de observar los componentes del rendimiento como ser: peso del grano, número de granos por espiga, número de macollos por plantas e incluso altura de la planta. Se ha mencionado que las plantas de un solo tallo tal vez podrían representar al tipo deseado, sin embargo otros consideran que la capacidad de macollar del trigo y cebada es un mecanismo de adaptación muy útil, especialmente en el caso de condiciones ambientales desfavorables. El desarrollo de trigos semienanos ha sido un factor importante en el incremento de la productividad de rendimiento. Muchos mejoradores piensan que tal vez la espiga es la clave para incrementar la productividad, a través de una espiga más fértil, lo que significaría más granos por espiguillas o más granos por espigas de mayor peso. Una de las desventajas cuando se observan los componentes del rendimiento es que si se usa una regresión paso a paso por ejemplo un análisis de coeficiente de sendero se pueden ver las correlaciones negativas entre los componentes, como sería el caso de números de granos y peso del grano. Esto significa que si el fitomejorador selecciona por el número de granos, el peso de los mismos podría reducirse siendo entonces nulo el progreso en el incremento del rendimiento de granos.

Otro aspecto de importancia para el fitomejorador consiste en el desarrollo de distintos tipos de resistencia genética contra varios patógenos. Cuando existen muchas razas fisiológicas distintas de una misma enfermedad se ha sugerido la necesidad de una resistencia horizontal o generalizada o un tipo de resistencia más duradera. Historicamente, los fitomejoradores han tenido en cuenta los genes mayores como fuentes de resistencia los cuales están considerados, generalmente, como de herencia vertical o cualitativa. Una de las desventajas del uso de resistencia generalizada es la dificultad en la selección de los tipos deseados en las poblaciones segregantes. Otra forma de crear tolerancia a enfermedades es por medio de enfoques no genéticos. En el caso del pietín (Gaeumannomyces ophiobolus graminis) donde no se han identificado fuentes de resistencia se ha descubierto que el ion Cl le confiere tolerancia a la planta frente a esta enfermedad. Esta tolerancia parecería estar asociada con una mejor absorción de agua y con el mantenimiento del balance deseado entre NH_4 y NO_3 . También se da en esta enfermedad lo conocido como decadencia del pietín. Esta decadencia ha sido asociada con el incremento de cierta bacteria la cual parecería reducir el inóculo del hongo. Se ha mencionado que probablemente en el futuro sería posible pre-inocular las semillas de trigo con la raza deseada de bacteria para reducir la cantidad de inóculo de un patógeno perjudicial. Esto es por supuesto, un enfoque intrigante y fascinante del control biológico de enfermedades.

Habilidad Combinatoria

El uso de varios modelos biométricos con el propósito de determinar la naturaleza de la variabilidad genética que controla a un determinado carácter es otro enfoque disponible, en el cual se usan tanto los componentes del rendimiento como el rendimiento de granos per se. La naturaleza de la variación genética puede separarse aquí, para un determinado carácter, en los genes que son aditivos y en los que se comportan como no aditivos. Ya que el fitomejorador de especies autóгамas puede utilizar en la selección solamente la parte aditiva de la variancia genética total, es importante conocer que proporción de la variación genética total se debe a la acción de tipo aditiva de un gen para un carácter dado. Existen muchos modelos distintos en biometría

que el fitomejorador puede usar para separar las variancias genéticas. Uno de esos modelos, que se sugiere aquí, implica el uso del análisis de la habilidad combinatoria. Con este método se puede separar la variación genética para un caracter en particular en la habilidad combinatoria general (HCG) y en la habilidad combinatoria específica (HCS). Generalmente se considera que la HCG es una medida de variancia genética aditiva mientras que la HCS refleja los factores genéticos de comportamiento no aditivo. Ya que el fitomejorador de especies autógamas está principalmente interesado en la parte aditiva, la estimación de HCG es la más significativa. En el caso de HCG, no sólo es posible separar las variancias genéticas en sus partes aditivas y no aditivas, sino que también se pueden identificar las contribuciones relativas de cada línea parental por sus contribuciones en la HCG y en la HCS para un caracter dado. Generalmente en este enfoque se utiliza un cruce dialélico. Como desarrollar cruces dialélicos lleva una gran cantidad de tiempo, se pueden utilizar testigos que hayan demostrado tener una buena HCG evitando de esta forma tener que hacer tantos cruces. Se ha demostrado que en cruces simples y en cruces de 3 y 4 líneas, el uso de HCG es una manera de identificar progenitores que cuando se cruzan en combinaciones adecuadas elevan la proporción de descendencia deseada. Por ejemplo cuando se cruzan dos padres que poseen ambos un alto efecto de HCG, las generaciones subsiguientes van a tener una mayor proporción de progenie de altos rendimientos que cuando se cruzan padres de medio o bajo efecto de HCG. Por consiguiente, HCG podría ser un medio muy útil para identificar las líneas parentales más prometedoras para caracteres de herencia cuantitativa por ejemplo rendimiento de granos.

Métodos de Cruzamiento

Los fitomejoradores de los Estados Unidos emplean varios métodos distintos sobre las poblaciones segregantes. Probablemente el genealógico (pedigree), o una modificación de este, sigue siendo el más común. Sin embargo algunos programas han pasado al sistema de 1 semilla/ planta (single seed descent system), donde se saca 1 semilla / cada planta hasta que se llega cerca de la homocigosis en la F5 o F6. Luego las progenies de cada planta se multiplican y se ponen en ensayos comparativos. La selección por caracteres cuantitativos, donde es difícil seleccionar en las generaciones tempranas, se podría hacer más fácil por medio de este método. Sin embargo, cada método tiene sus ventajas y desventajas. Un método usado en OSU, en las poblaciones segregantes del programa de cebada, es el que se conoce como bulk modificado. En este método se selecciona una espiga(s) de plantas individuales con fenotipos deseados en las generaciones F2. En las F3 se siembran cada una de las espigas en surcos separados (head rowed). Durante la cosecha, los surcos que resultaron superiores se juntan individualmente y se conocen como líneas elites. Otros surcos (head rows) que parecen prometedores y que tienen fenotipos semejantes son recolectados juntos (bulked) para formar las líneas masales modificadas (modified bulk lines). Entonces, en la F4 estas poblaciones están en ensayos de rendimiento. En las F5 y F6, se pueden conducir ensayos territoriales de rendimiento para lograr una evaluación de la interacción del genotipo con el ambiente. Esas poblaciones aparentemente superiores pueden ser plantadas de nuevo por el método de espiga/hilera para logra un fenotipo más uniforme y una mayor evaluación. Este procedimiento le permite al fitomejorador realizar muchos cruces y manejar poblaciones de gran tamaño con pocos recursos.

El método que emplea un mejorador, ya sea el genealógico, bulk, bulk modificado o alguna modificación de estos, depende de los objetivos del programa, de los

recursos disponibles y de la confianza que el fitomejorador le tenga a cierto método.

Otros Enfoques

Una de las preocupaciones que ha surgido es la de si existe suficiente variabilidad genética en trigo o cebada para aún lograr incrementos en el rendimiento de granos, o si ya se alcanzó un plateau para rendimientos. Se están investigando varias maneras para incrementar la cantidad de variabilidad genética útil. Una de ellas implica el cruce sistemático de trigos invernales x trigos primaverales. Este programa en el que participan el CIMMYT y OSU dirige sus esfuerzos para probar en una forma muy sistemática el pool genético entre trigos primaverales y trigos invernales. En el CIMMYT/ México se hacen los cruces iniciales de trigos invernales por primaverales, y las subsiguientes F1 se retrocruzan con los trigos primaverales, de esta manera se transfieren los buenos factores genéticos de los invernales a los trigos primaverales. Las mismas F1 se cultivan en Oregon y son retrocruzadas con trigos invernales. En este Estado se evalúan por esos caracteres deseados en variedades que se cultivan bajo condiciones facultativas o invernales. Después de su identificación, los materiales más prometedores son enviados a varios cooperadores a través de la distribución de nurseries internacionales. O sea que CIMMYT difunde el germoplasma de los trigos primaverales y OSU difunde el material de invierno y facultativo.

Otro método usado es el desarrollo de poblaciones por Selección Recurrente Facilitada (Facilitated Recurrence Selection) por medio del uso de genes dominantes y recesivos androestériles. Usando esta técnica, actualmente es posible desarrollar un alto grado de polinización cruzada en especies que normalmente se autopolinizan. O sea que utilizando estos genes de androesterilidad y realizando una selección recurrente es posible acumular una mayor cantidad de factores genéticos favorables.

Aún existe otra manera de aprovechar la variabilidad genética, y es el desarrollo de trigos híbridos. Desgraciadamente desde el descubrimiento en 1960 del mecanismo de restauración, el trigo híbrido no ha pasado a ser un factor importante en la producción triguera. Esto se debe en parte a que los genes no proveen fertilidad adecuada bajo distintas condiciones del medio ambiente, y al progreso logrado en el desarrollo de cultivares de altos rendimientos con métodos tradicionales. Recientemente se ha encontrado que otras dos fuentes de citoplasma, Aegilops kotschy y Aegilops variabilis, son menos específicas con respecto a los genes restauradores que el citoplasma de Triticum timopheevii, de gran difusión. Aunque parecería que se podría renovar el interés en los trigos híbridos basados en estos citoplasmas, aparecen otros problemas. Actualmente una compañía privada, Cargill, tiene trigos híbridos en producción comercial que se ven prometedores en algunas áreas del Medio Oeste de los Estados Unidos. También existe un gran interés en el desarrollo de gametocidas químicos lo que le evitaría al fitomejorador tener que desarrollar citoplasma androestéril y líneas de restauración. Si los trigos híbridos serán una realidad o no, aún no se ha determinado. Si se pudieran desarrollar buenos híbridos, le permitiría al fitomejorador de autógamas utilizar tanto la parte aditiva como la no aditiva de la variancia genética total. Además, si los gametocidas resultan satisfactorios, serán herramientas de gran valor para programas de selección recurrente.

Biotecnología

Otros enfoques que podrían estar disponibles para el fitomejorador son: 1) cultivo de anteras, 2) hibridación somática, 3) cultivo de meristemas y 4) recombinación de ADN.

El fitomejoramiento es un juego de números y probabilidades. En todos los programas productivos se hacen muchas cruza y se cultivan grandes poblaciones segregantes. Otra forma ha sido la del cultivo de polen o anteras. Sin embargo a pesar de los esfuerzos substanciales en esta técnica de duplicar el grano de polen y alcanzar homocigosis, los ejemplos que se pueden citar con resultados satisfactorios son muy pocos. En el caso de hibridaciones somáticas, se eliminan las paredes celulares dejándose al descubierto los protoplasmas de tal manera que los núcleos de especies genéticamente distintas puedan unirse. Desgraciadamente, en subsecuentes generaciones a menudo se encuentran pérdidas de cromosomas siendo muy difícil lograr la estabilización de este material. El cultivo de meristemas es una técnica a la que también se le está prestando mucha atención. En nuestro laboratorio hemos podido regenerar plantas de trigo y cebada a partir de tejido escutelar calloso. Se cultiva este tejido calloso en una solución nutritiva en la presencia de una hormona como el 2,4 D. Cuando se elimina la presencia del 2,4 D, ocurre la diferenciación con el desarrollo de las raíces y de la parte aérea. Lo interesante ha sido la gran cantidad de variación que se obtuvo de un tejido calloso proveniente de una variedad homocigota. Con el análisis citológico de las células madres de polen se ha identificado, en algunas ocasiones, aberraciones cromosómicas inducidas por este tratamiento. Esto parecería de utilidad para someter grandes cantidades de células individuales a factores limitantes o posibles stresses del ambiente. Por ejemplo podría ser posible el cultivo de callo en medios con deficiencias en lisina e identificar esas células capaces de producir lisina. Para los casos donde la presión de selección se pueda aplicar en el medio nutritivo, sería posible identificar otros factores, como se realiza con microorganismos. Sin embargo, cuando se habla de cosas como tolerancia a la sequía o herbicidas, se debe reconocer que existen otros factores necesarios para un nuevo cultivar, entonces estas técnicas podrían estar limitada a atributos específicos.

Existe actualmente un gran entusiasmo con los trabajos de recombinación de ADN. Se han citado varias ventajas que podrían usarse en mejoramiento vegetal. La primera ventaja es la incorporación de un nuevo gen sin la segregación de otros caracteres deseados, ya fijados en el genotipo. En segundo lugar, se necesitaría sólo una generación para fijar el genotipo deseado. En tercer lugar, se podrían desarrollar fácilmente y en un muy corto tiempo, líneas isogénicas. Finalmente, dicha técnica sería muy apropiada para la realización de estudios genéticos. Por ejemplo, se podría identificar una especie con resistencia a la enfermedad conocida como pietín, donde no se ha encontrado resistencia genética en trigo. Utilizando enzimas específicas sería posible partir y aislar aquella porción de ADN o gen que transporta esta resistencia proveniente de la especie exótica. Luego se transmite este gen de resistencia a alguna forma de vector, por ejemplo un plásmid bacterial. Esto puede utilizarse luego para infectar la planta de trigo que formaría como una agalla de la corona ("crown gall") en la que los genes de resistencia van a insertarse en los cromosomas de las células de la agalla. Luego se puede aislar callo de esta formación y se regeneran plantas completas por medio de la técnica de cultivos de meristemas. Así, todas las células llevarían el gene de resistencia. Se ha encontrado que este sistema ha dado resultado en el caso de dicotiledóneas, especialmente en

tomate, donde se ha utilizado como vector Agrobacterium tumefaciens. Desafortunadamente, en el caso de gramíneas no existe tal mecanismo, y se están buscando otras maneras. Los fitomejoradores deben evaluar estos métodos nuevos, sin embargo los incrementos en la producción de alimentos en el futuro cercano serán el resultado de programas convencionales de fitomejoramiento y de mejoras en las prácticas de manejo, y esto continuará siendo así. La nueva tecnología, por ejemplo, la recombinación de ADN va sólo a proveer una nueva herramienta para el fitomejorador.

Cuando se considera que cada año, 70 millones más de personas desayunan con nosotros, se hace imperativo el uso de todas las herramientas que el mejorador tenga a su alcance. El desafío para los fitomejoradores y agrónomos es muy claro. Tenemos la obligación de enfrentar este desafío ya que de existir paz en el mundo algún día, las alternativas son inaceptables.

CALIDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL DEL MATERIAL DE LOS PLANES
DE MEJORAMIENTO DEL INTA Y SU RELACION CON
LOS MERCADOS INTERNOS Y EXTERNOS

E.E. Tombetta

I. Introducción

El presente informe se ha preparado para dar un panorama general sobre la calidad del trigo argentino a nuestros amigos del exterior que hoy nos visitan.

Comenzaremos con una breve historia sobre la calidad del trigo basada en publicaciones de los Ings. Agrs. Enrique Klein, José Buck, Rodolfo Gaffera, Dr. Juan Haertlein y otros que dedicaron gran parte de su vida al mejoramiento y a la industria de este cereal.

En segundo término veremos algunos aspectos sobre la calidad de las variedades obtenidas por el INTA y del material de crianza del Programa Nacional de Mejoramiento del INTA frente a la demanda de los mercados internos y externos.

Por último, algunas consideraciones sobre ciertas prácticas que son complementarias de la Fitotécnia para mejorar la calidad de nuestra producción triguera como la fertilización nitrogenada, manejo y almacenaje de la cosecha etc.

II. Evolución de la calidad del trigo argentino y de los mercados consumidores

El nivel de calidad del trigo argentino ha tenido variaciones bien marcadas en sucesivas etapas del mejoramiento, si se considera un siglo de producción en nuestro país.

Desde la introducción de las primeras poblaciones, a fines del siglo pasado, hasta comienzos del actual, la calidad fue de tipo intermedio, trigos de relleno que se exportaba a Europa sin inconvenientes.

Posteriormente la fitotécnia fue produciendo modificaciones pronunciadas de la calidad de nuestra producción triguera. Gráfico 1.

Al principio, teniendo como objetivo principal aumentar los rendimientos, se descuidó la calidad, y en 1920 los nuevos cultivares hicieron peligrar nuestras exportaciones creando también, reclamos en el mercado interno.

A mediados de la década del 20 se orientó la fitotécnia hacia la obtención de trigos duros. Se introdujeron en los programas de mejoramiento las primeras variedades extranjeras, entre ellas Marquis. En 1935 fue creada la "Ley de Granos" que le dio impulso a la calidad preferentemente y en 1950 se reglamentó la bonificación a los trigos de tipo duro. Continúa así una etapa ininterrumpida de mejoramiento de la calidad, que culmina a fines de la década del 60 después de haber logrado variedades extraordinarias por su valor corrector a mejorador requeridas desde años atrás por el mercado europeo.

Con la incorporación del germoplasma mexicano en los programas de mejoramiento del país y la de los trigos invernales, se produce una disminución de la calidad, pero a niveles controlables y aceptables para el mercado consumidor actual, sobre todo el externo.

En el pasado, los países desarrollados, en especial los del MCE eran fuertes importadores de trigo de alta calidad, como los de primavera del Norte de EEUU, Canadá y Argentina. Hoy los requerimientos de esos países son más limitados y sólo necesitan trigos correctores para mejorar los de su producción, bastante inferiores a los nuestros.

Los principales mercados de Europa han dejado de ser compradores importantes para nuestro país y el grueso de nuestra producción - más del 80% - se orienta a países socialistas, o bien en desarrollo como los países latinoamericanos, donde la exigencias de calidad son muy distintas. La mayoría solo requiere trigos de calidad intermedia, es decir trigos panificables con niveles de proteínas del 11.0 a 11.5%. Cuadro 2.

Cuadro 2: Exigencias de calidad de los principales de mercados del trigo

P A I S	P H	Humedad %	Cuerpos Extraños %	Proteínas %	Chuzos Quebr. %
URSS	78	14.0	2	11.0	
CHINA	78	13.5	1	11.5	
IRAN	78	13.0	0.6	11.5	1.5
IRAK		14.0		11.0	
ARGELIA	77	12.0	0.3	11.0	1.3
BRAZIL (latin.)	78	13.0	1.0	11.0	4.0
MCE				13.5	
JAPON				13.0	
ARGENTINA (int.)	76	14.0		12.5	
JNG y sector privado export.					

El mercado interno, que en los últimos años estuvo absorbiendo más del 60 % de la producción, es en la actualidad el más exigente con respecto a calidad. De manera que, orientando la selección a satisfacer sus necesidades se logra un nivel de calidad que cubre holgadamente la demanda del mercado externo.

Cabe mencionar también que el mercado internacional de trigo evoluciona, constantemente pasando de los trigos correctores a trigos de panificación

directa y últimamente se ve que los requerimientos de trigos tipo "soft" son cada vez mayores, llegando en los últimos años a comercializar alrededor del 25 %. Canadá, por otro lado, que ha defendido por más de un siglo la alta calidad de sus trigos, acaba de aprobar para el gran cultivo variedades de tipo Semi-Duro, adaptándose de esta manera a la evolución de los mercados externos.

III. Calidad de las variedades de trigo logradas en los programas de mejoramiento del INTA y estado actual del material avanzado.

Consideraremos las variedades obtenidas en la última década, es decir, en las que interviene principalmente el nuevo germoplasma de origen mexicano y las más recientes donde participa también el de los trigos invernales.

Los programas de mejoramiento se han orientado de manera que las nuevas variedades satisfagan tanto los intereses de la molinería argentina como las exigencias de los mercados externos, lograndose un nivel de calidad de la producción actual ligeramente inferior a la tradicional.

En el Cuadro 1, se ha tratado de ordenar en forma comparativa, de acuerdo a su calidad comercial e industrial, un grupo de variedades "tradicionales" y otro de las "nuevas" con germoplasma mexicano obtenidas por el INTA, algunas de ellas de notable difusión en los últimos 20 años.

Se podría extraer como conclusión del cuadro mencionado que, sobre una "calidad máxima" de 100, el conjunto de las variedades actualmente difundidas, estaría dentro de un valor aproximado a 70.

El nivel logrado satisface la demanda de ambos mercados y actualmente no haría falta producir trigos correctores o mejoradores con valores de 90 de calidad, como se requerían una década atrás. Cuadro 1.

El objetivo de los actuales planes de mejoramiento es mantener en las futuras variedades el nivel de calidad existente. En los Gráficos 2, 3, 4, 5 y Cuadros 3 y 4 se puede apreciar algunos índices que reflejan el nivel de la calidad comercial e industrial de líneas avanzadas de los ensayos Preliminares y las próximas a inscripción incluídas en los Regionales que se conducen en distintas Estaciones Experimentales. En general todo el material es evaluado comparativamente a una de las variedades más difundidas y representativa de la calidad deseada, como lo es Marcos Juárez INTA.

Se han agregado en los histogramas y cuadros mencionados los valores de rendimiento para una mejor interpretación de la calidad.

Las líneas próximas a ser inscriptas como variedades, LAP 878, LAJ 2532, LAJ 2486 (de ciclo corto) y LAJ 2514 (de ciclo intermedio), reflejan el potencial de rendimiento que poseen cuando el medio ambiente es favorable, observándose a su vez que los valores de calidad son muy satisfactorios. Cuadro 3.

IV. Perspectivas sobre la calidad de las futuras variedades y de la producción triguera argentina.

Los programas de mejoramiento actuales, continúan su labor de selección y obtención de nuevas variedades considerando las pautas generales que determina la Junta Nacional de Granos, sobre el tipo de trigo que debe producir nuestro país de acuerdo a la demanda interna y externa.

El proceso de obtención de nuevas variedades es lento y los fitotecnistas necesitan conocer o estar orientados con mucha anticipación de la evolución o perspectivas de la demanda de los mercados internacionales.

Los cambios decididos al comienzo de la década del 60 en los programas de mejoramiento, al introducir germoplasma mexicano, orientados más hacia el rendimiento que la calidad, dieron como resultado las nuevas variedades, hoy difundidas en el gran cultivo y que responden ampliamente a la demanda actual de los nuevos mercados. El objetivo, a ese momento, fue incrementar la producción y mantener los niveles de calidad logrados, pero los resultados fueron mas favorables hacia el rendimiento de los nuevos cultivares.

Sin embargo cabe destacar que el promedio de la calidad de las cosechas de la última década (12,5 % proteína) donde participa más del 80 % del germoplasma mexicano, estuvo superando notablemente las exigencias de los actuales mercados externos (11.0-11.5%).

Tanto los programas oficiales como privados continuan orientando sus trabajos hacia el rendimiento, poniendo énfasis en una mejor adaptación y ciclo más prolongado, recurriéndose para ello al germoplasma de trigos invernales que son en general de calidad algo inferior a los primaverales.

En una nueva revisión de los programas de mejoramiento argentino además de reajustar las características agronómicas mencionadas de las nuevas variedades, es posible que se contemple con detenimiento la demanda cambiante de los mercados internacionales.

A breve plazo, además, nuestro país debería orientar el manejo de la cosecha a una clasificación o segregación de la misma de acuerdo al contenido proteico, como se efectua en aquellos países que son fuertes competidores en la exportación.

A nivel oficial y privado se esta efectuando una revisión de las normas actuales de tipificación. Esto sin duda promoverá una mejor clasificación por calidad de nuestras cosechas para satisfacer los requerimientos de los distintos mercados, siempre que en el futuro se contemple una mayor capacidad de almacenaje. Además la Junta Nacional de Granos ha propuesto el tipo comercial a la que debería ser orientada nuestra producción triguera. Para ello, teniendo en cuenta que el tipo duro se aproxima al 100 % de la producción total del país, propone que se establezca un "tipo único" panificable, excluyendo al tipo Semi-Duro que prácticamente esta desapareciendo.

No debemos olvidar que actualmente el mercado más exigente con respecto a calidad es el interno, de manera que logrando una producción que no genere problemas al mismo, tampoco lo tendremos en el de exportación, por cuanto los trigos de panificación directa son aceptados a nivel internacional.

Por otro lado, para mantener un nivel de calidad adecuado en nuestro país es indudable que se debe recurrir a otros medios además de la fitotécnica. La práctica de la fertilización nitrogenada y fosfórica ha evolucionado muy lentamente en nuestros cultivos. Mientras extensas zonas del área triguera presentan tierras muy agotadas debido a la monocultura, se han tomado pocas medidas para controlarla y esto trae aparejado una disminución paulatina de la calidad industrial de nuestras cosechas, que se acrecienta aún más, cuando aumentan los rendimientos unitarios.

Teniendo en cuenta a los principales países productores y exportadores de trigo en el mundo - que también desarrollan cultivos extensivos como el nuestro - vemos que el consumo de fertilizantes por hectárea cultivada, es mucho más elevado. Estados Unidos de Norteamérica consume anualmente más de 100 kg/ha, Canadá casi 40, Australia cerca de 25 y Argentina apenas 2 kg/ha.

La fertilización nitrogenada - en condiciones climáticas normales - mejora simultáneamente el rendimiento y la calidad de la producción triguera. Gráfico 6. Pero en años de clima muy favorable, la capacidad de rendimiento de las nuevas variedades se expresa en todo su potencial y, consecuentemente, la calidad resulta afectada. Tal es el caso de la cosecha 1975/76 y en mayor grado la de 1982/83, donde el nivel de fertilidad de los suelos, no fue suficiente para compensar el requerimiento de nitrógeno de la elevada producción de granos por unidad de superficie, haciendo caer notablemente su contenido proteico. En esta última, casi el 50% de la producción no alcanzó el valor mínimo, base de la comercialización, de 11.0 % de proteína. Gráficos 7 y 8.

Se están llevando en nuestra Estación Experimental y otras del INTA, ensayos con aplicaciones fraccionadas de nitrógeno durante el macollaje y espigazón-floración similares a los que se conducen al oeste de EEUU y Australia.

Otro problema de la calidad de nuestra producción triguera, está relacionado al manejo de la misma. El stock genético que garantiza un nivel de calidad adecuado es afectado mediante el secado artificial del grano con temperaturas excesivas que destruyen las propiedades del gluten. Por ello los factores de calidad comercial delimitados en los standard de Tipificación, no siempre cubren adecuadamente los requisitos de los molinos. Actualmente se está analizando la conveniencia de introducir algunas modificaciones especialmente en el sentido de ser más estrictos en la práctica de secado y almacenaje del grano.

En las regiones de doble cultivo trigo-soja, hay una tendencia de anticipar la cosecha del primero para adelantar la siembra de esta última. Datos recientes de la JNG indican que más del 30% de la producción de la última cosecha se ha pasado por secadoras, llegando en algunas zonas a tratarse el 50%, con los daños mencionados.

Conclusión

El nivel de calidad del trigo argentino ha tenido variaciones bien marcadas en sucesivas etapas.

Desde la introducción de las primeras poblaciones, a fines del trigo pasado, hasta comienzos del actual, la calidad fue de tipo intermedio, trigos de relleno que se exportaban a Europa sin inconvenientes.

A comienzos de la década de 1930 se orientó la fitotecnia hacia la obtención de trigos duros, incentivada en 1935 con la creación de la Ley de Granos. Comienza así una etapa ininterrumpida de mejoramiento de la calidad que culmina hacia fines de la década del 60 con variedades extraordinarias en este aspecto.

Con la incorporación del germoplasma de origen mexicano, de alto potencial de rendimiento y, últimamente, con la introducción de trigos invernales se produce, una disminución de la calidad, aunque a niveles controlables y aceptables para el mercado consumidor actual.

Los programas de mejoramiento, tanto oficiales como privados, continúan orientando sus trabajos hacia el rendimiento de los nuevos cultivares. Sin descuidar en ningún momento los requerimientos de los distintos mercados, a pesar de existir material valioso por su capacidad de producción, pero de calidad poco satisfactoria.

Por último, se destaca la necesidad de complementar los trabajos de fitotécnica, mediante el incremento de la fertilización nitrogenada de los suelos para mejorar los niveles de calidad, la clasificación de la producción por contenido proteico y un estricto control del manejo, secado y almacenaje de las cosechas para no malograr lo que se ha conseguido tras largos años de selección.

Bibliografía

Dussel, F.G., Maneiro, R.M. y Tombetta, E.E. - Reunión de intercambio de información sobre la producción de trigo entre técnicos del MAG, de la JNG y del INTA. 1981. SEA y GN. INTA.

Tombetta, E.E., Viale, J.A., de Redondo, M.C., Novello, P., Bonel, J., Legasa, A. y Senigagliesi, J.C. - Influencia de la fertilización en la calidad comercial e industrial del trigo. 1983 (en prensa Bolsa de Comercio de Rosario).

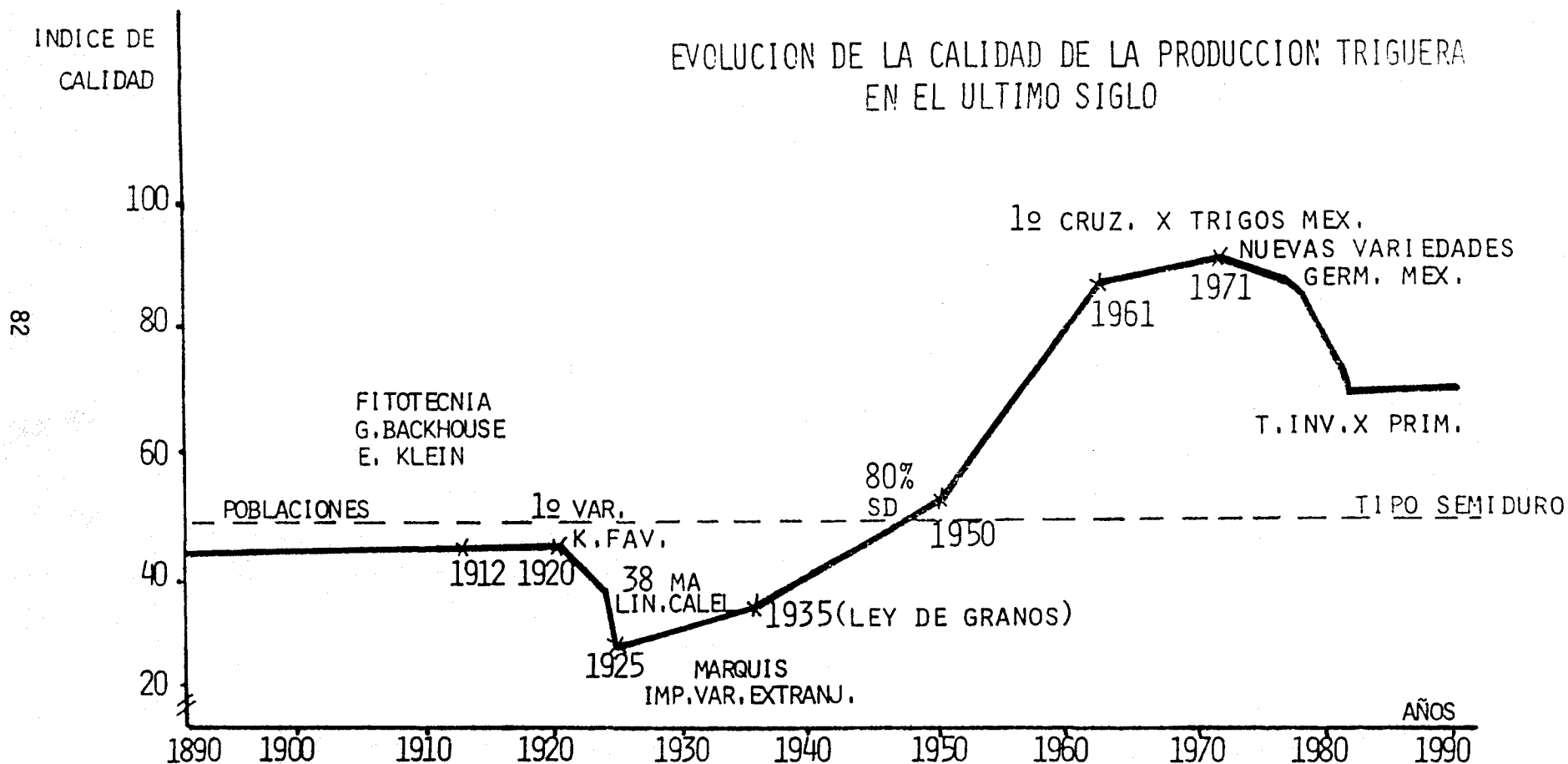
Tombetta, E.E., Tosi, E., Moro, M., Colomar, L., Regunaga, M. - Reunión técnica sobre calidad de trigo. 1983. Asociación Ings.Agrs. de Pergamino.

Haertlein, Juan. Evolución de la calidad comercial, molinera y panadera de los trigos argentinos frente a las exigencias del mercado interno e internacional. 1958. De la "Revista Argentina de Agronomía", Tomo 25, Nº 3, pag. 115.

Simposio del trigo. 1969. Academia Nacional de Agronomía Buenos Aires.

Coscia, Adolfo. Economía del trigo. 1983 (en prensa EERA Pergamino).

GRAFICO : 1



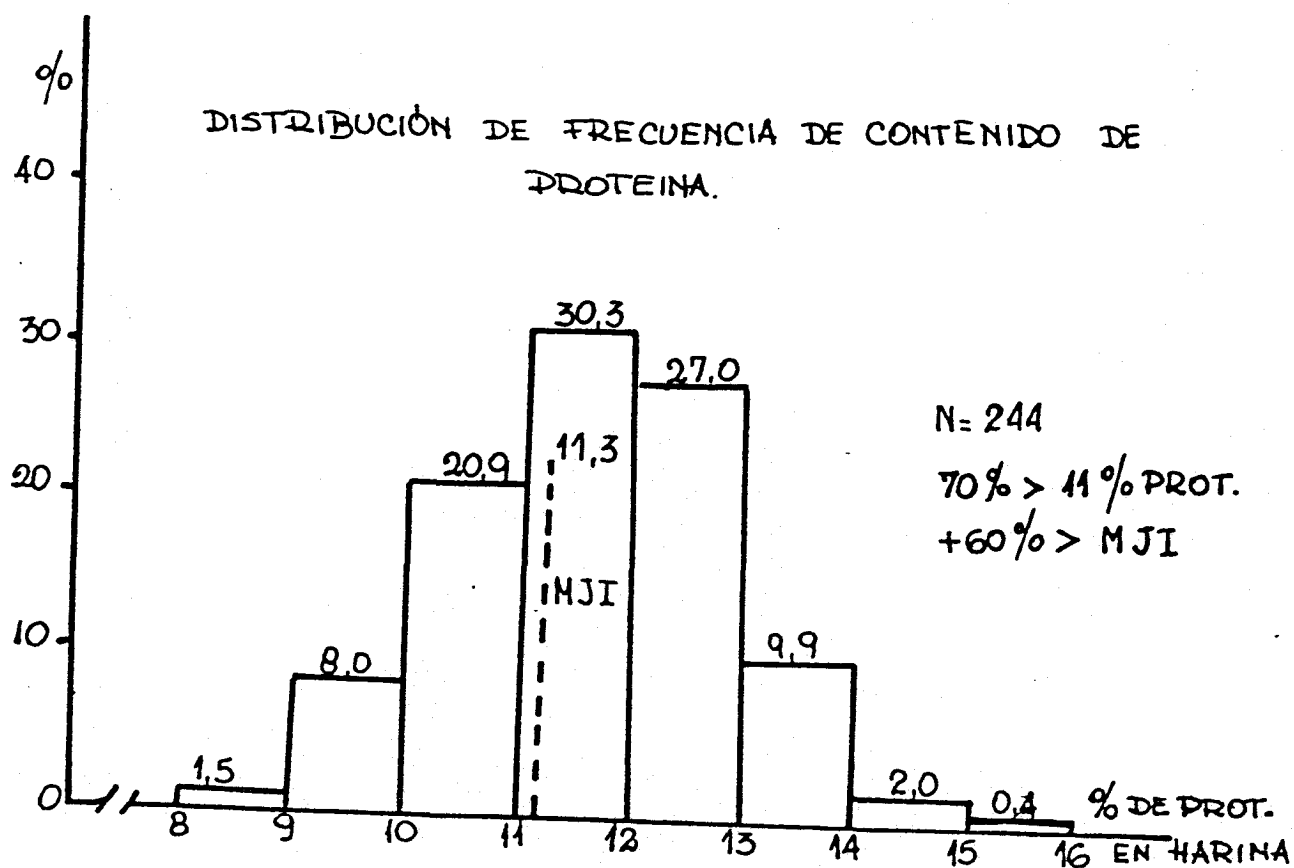
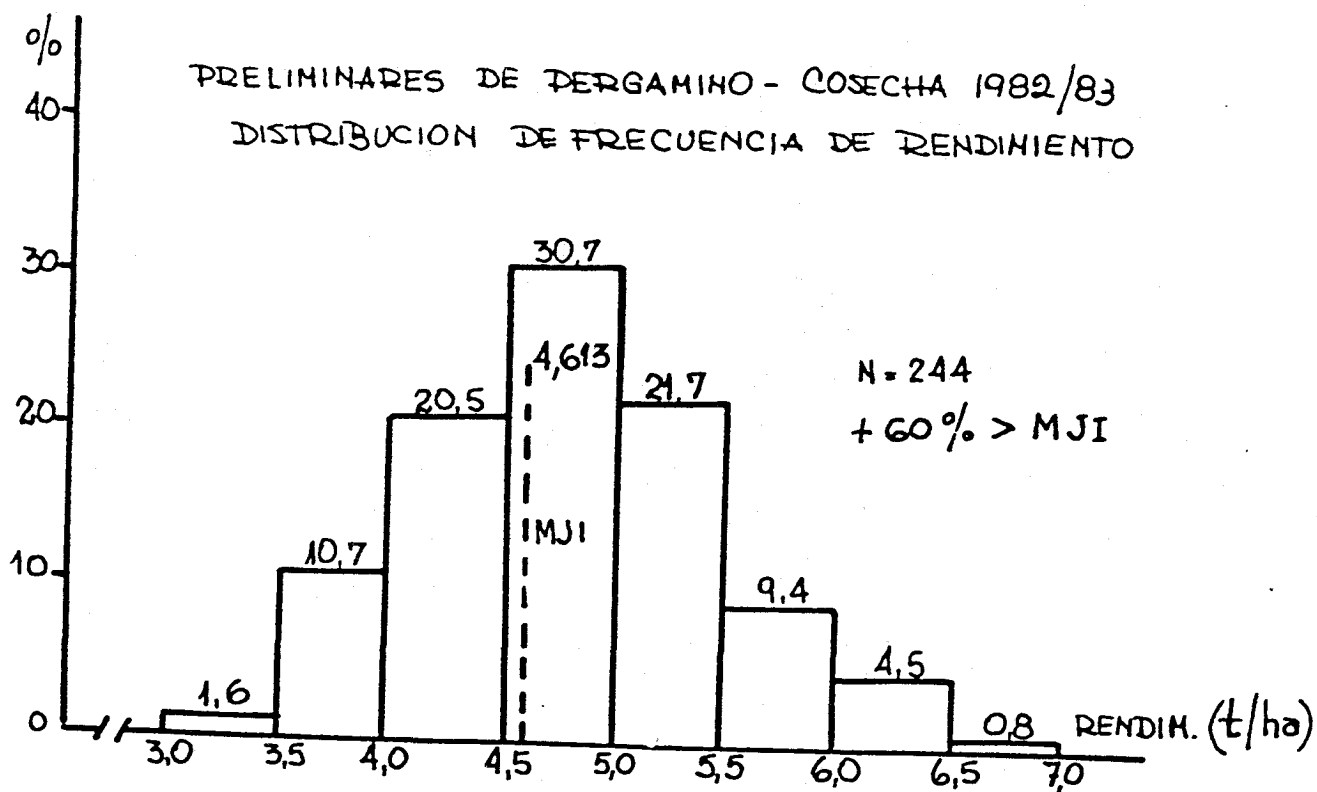
CUADRO 1:

CALIDAD : RANKING TENTATIVO DE VARIETADES DE TRIGO PAN

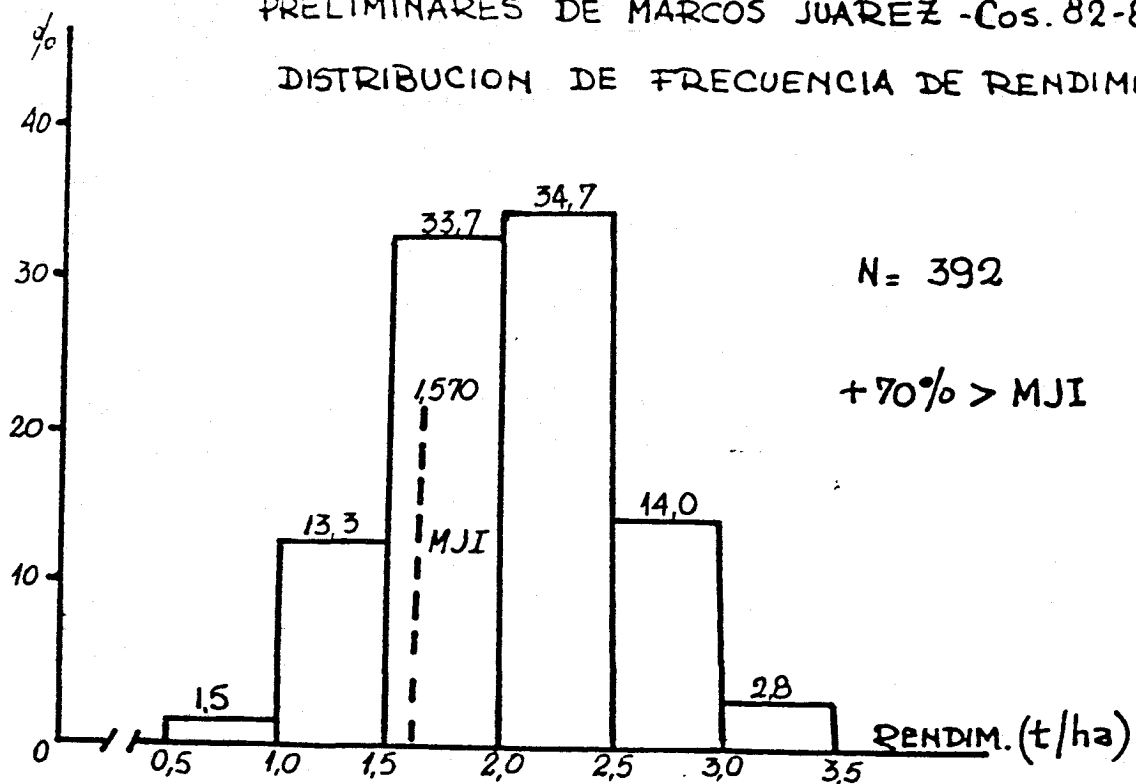
VARIETADES	VARIETADE	INDICE DE CALIDAD EVALUACION *
	<u>TIPO DURO:</u>	
TRADICIONALES	KLEIN TOLEDO	A, 90
(CRIADEROS OFICIA	BORDENAVE PUAN	A, 90
LES Y PRIVADOS)	VILELA MAR	A, 90
	EL GAUCHO F.A.	A, 90
	MASSAUX No 5	A, 90
	KLEIN ATLAS	A, 85
	PIAMONTES INTA	A, 85
NUEVAS	SAIRA INTA	B, 80
(CON GERMOPLASMA	SAN AGUSTIN INTA	B, 80
MEXICANO)	CALDEN INTA	B, 80
(CRIADEROS DEL	• VICTORIA INTA	B, 80
INTA)	• DIAMANTE INTA	B, 75
	• MARCOS JUAREZ INTA	B, 70
	LAS ROSAS INTA	B, 65
	• LEONES INTA	B, 65
	SURGENTES INTA	B, 60
	CHASICO INTA	B, 60
	CHAQUENO INTA	B, 60
	<u>TIPO SEMI-DURO</u>	
	P. PARANA INTA	B, 80

* ESCALA TENTATIVA ASIGNANDOLE VALOR 100 A LA VARIETADE
IDEAL EN LO QUE RESPECTA A CALIDAD COMERCIAL E INDUS-
TRIAL

GRAFICO : 2



PRELIMINARES DE MARCOS JUAREZ -Cos. 82-83
DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE RENDIMIENTO



DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE CONTENIDO
DE PROTEINA

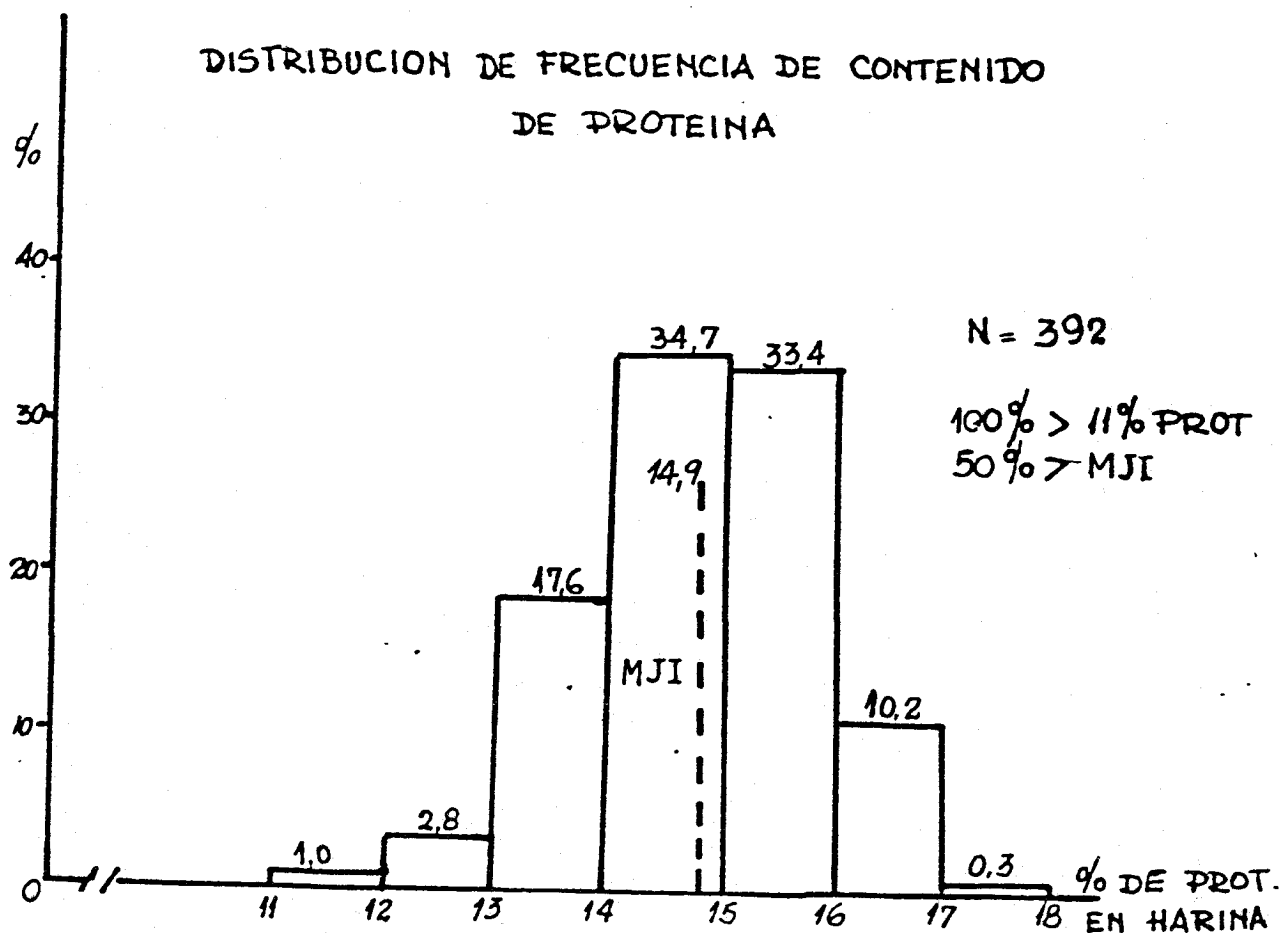


GRAFICO : 4

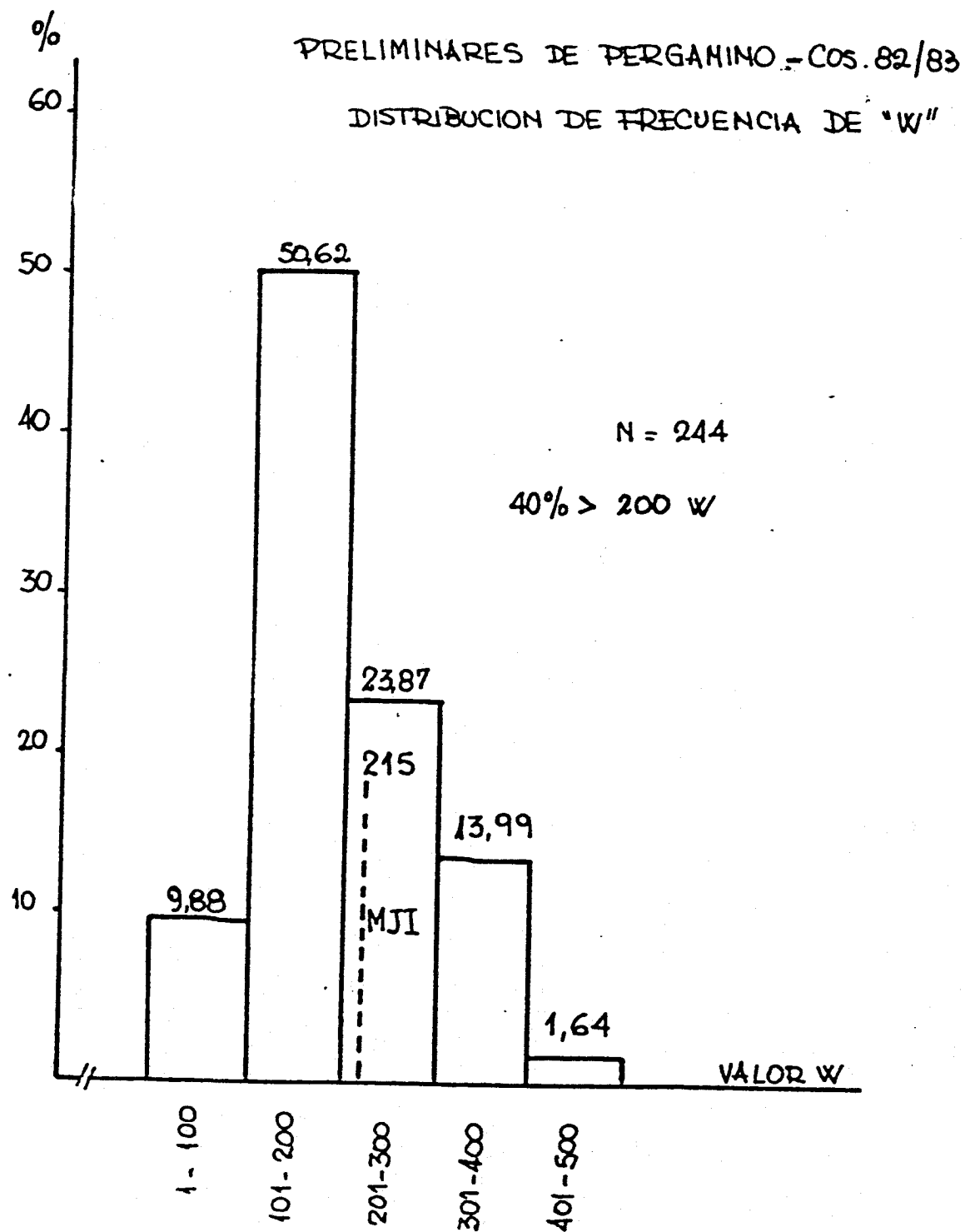
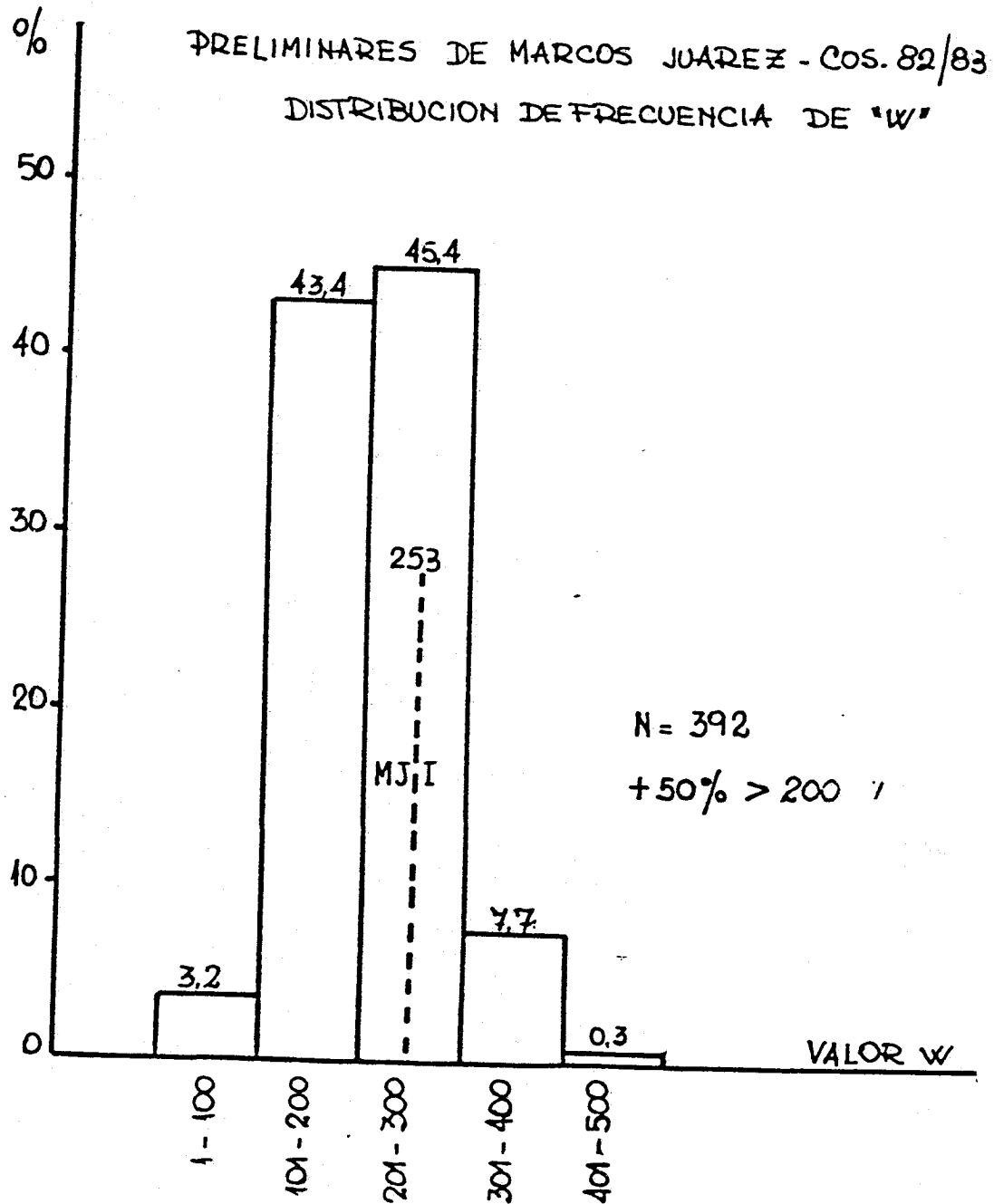


GRAFICO : 5



CUADRO 3: CALIDAD DE LINEAS AVANZADAS PROXIMAS A INSCRIPCION Y VARIEDADES TESTIGOS

	RENDIM- KG/HA	PESO HECT.	PESO 1000 GRAMOS	PROT. HAR. %	GLUTEN HUM. %	ALVEOGRAMA		PANIFICACIÓN	
						W	P/G	VOL.	V.P.
EERA PERGAMINO									
REG I - 1A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	5.730	79.70	39.80	12.9	33.1	281	4.4	730	98
MARCOS JUAREZ INTA	4.055	77.70	41.20	11.5	30.3	288	3.8	775	102
CHAQUERO INTA	3.240	77.90	30.00	12.5	31.4	300	2.7	775	101
REG I - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	5.405	78.80	36.40	12.6	31.6	288	3.4	750	99
MARCOS JUAREZ INTA	4.210	78.60	38.20	10.8	28.7	230	3.2	700	97
CHAQUERO INTA	3.010	77.25	27.80	11.8	33.3	384	2.4	775	101
REG III - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	6.875	82.40	38.60	10.3	26.4	226	4.7	740	99
LAJ 2486	4.925	79.25	31.60	12.3	33.5	284	4.5	800	102
MARCOS JUAREZ INTA	4.315	79.90	38.60	11.1	28.6	356	4.4	825	104
REG II - 2A.EPOCA 1980/81									
LAP 878	5.050	79.90	35.20	12.2	31.5	398	4.4	750	98
MARCOS JUAREZ INTA	4.400	79.45	42.50	12.1	32.7	235	4.5	810	103

V.P. = VALOR PANADERO

CUADRO 4 : CALIDAD DE LINEAS AVANZADAS PROXIMAS A INSCRIPCION Y VAR. TESTIGOS

	RENDIM. KG/HA	PESO HECT.	PESO 1000 GRAMOS	PROT. HAR. %	GLUTEN HUM. %	ALVEOGRAMA		PANIFICACIÓN	
						W	P/G	VOL.	V.P.
EERA MARCOS JUAREZ									
<u>REG I - 1A.EPOCA 1982/83</u>									
LAJ 2514	2.872	81.70	35.00	14.4	36.2	291	3.8	680	95
MARCOS JUAREZ INTA	1.975	82.40	34.40	14.6	38.0	262	3.4	665	94
CHAQUENO INTA	2.677	79.00	28.60	14.7	40.2	317	2.6	695	96
<u>REG VII - 2A.EPOCA 1982/83</u>									
LAJ 2532	2.930	83.95	37.40	13.5	37.8	374	3.3	675	96
MARCOS JUAREZ INTA	2.080	81.70	32.60	13.9	37.0	300	4.1	615	93
<u>REG VII - 3A.EPOCA 1982/83</u>									
LAJ 2532	2.860	80.60	38.20	13.0	32.7	320	4.1	760	100
MARCOS JUAREZ INTA	2.020	77.25	38.20	12.9	35.6	325	7.5	810	103

V.P. = VALOR PANADERO

GRAFICO : 6

RENDIMIENTO Y CONTENIDO PROTEICO , ZONA MARCOS JUAREZ

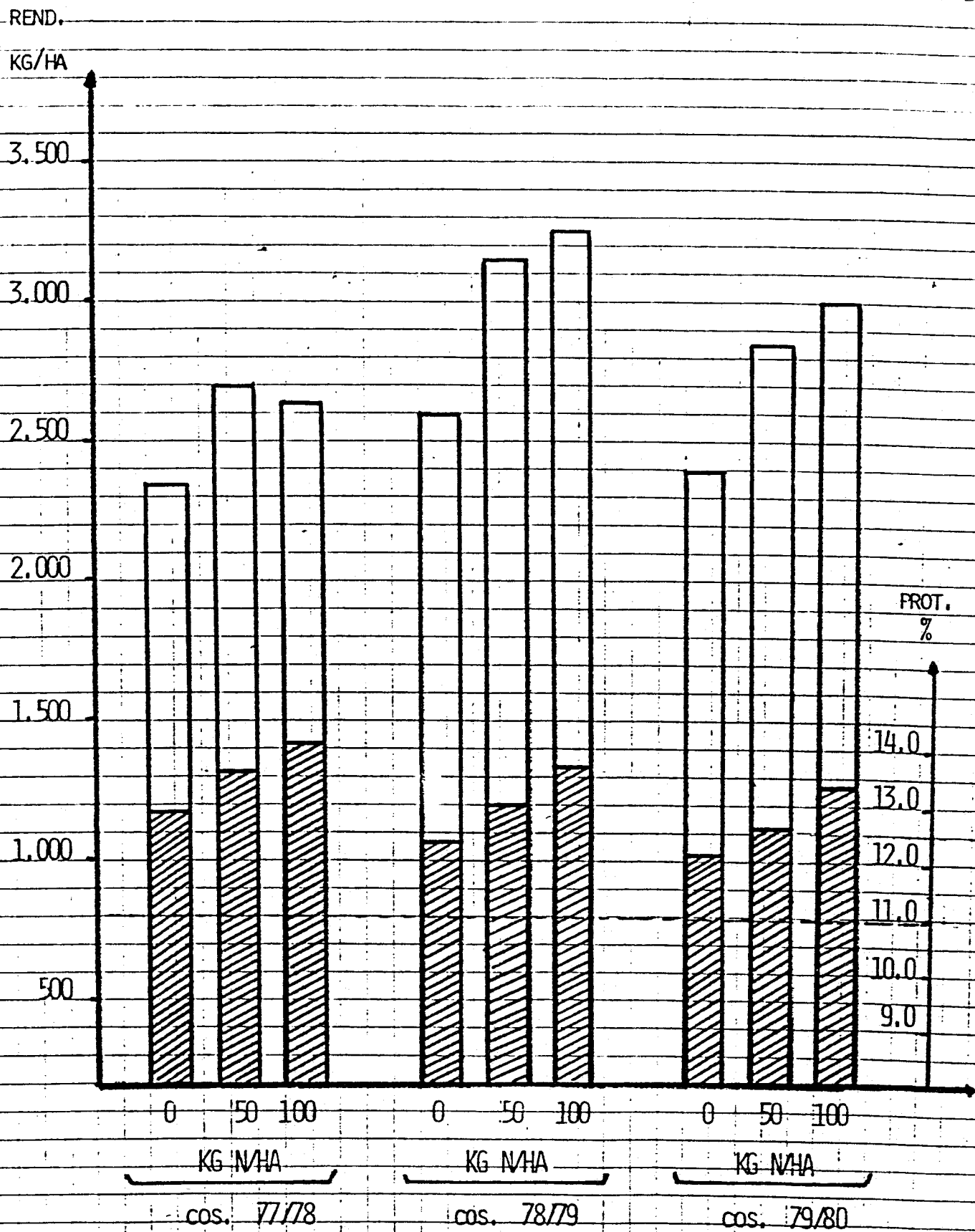
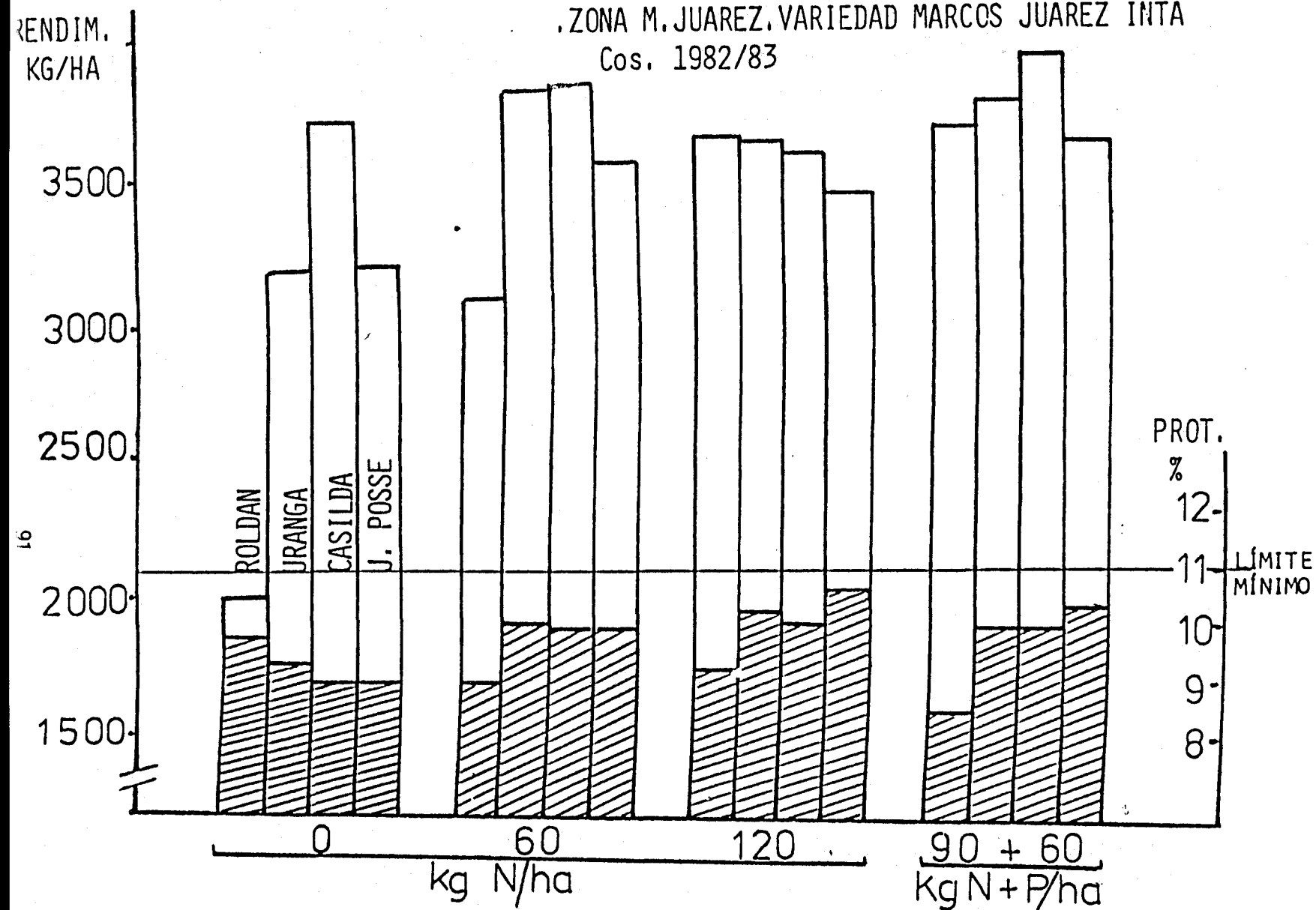
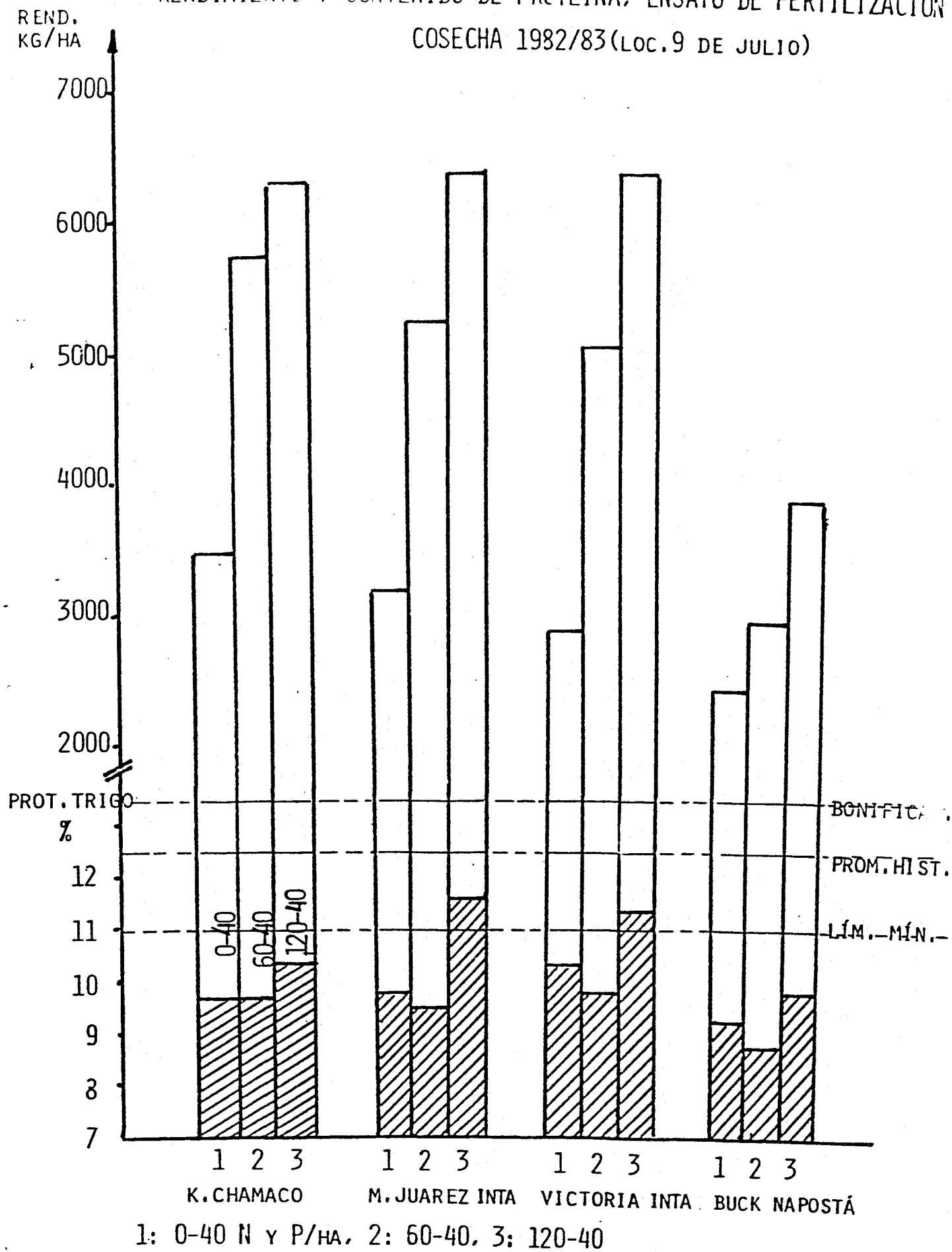


GRAFICO : 7

RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEINAS DE ENSAYOS DE FERTILIZACION
 .ZONA M. JUAREZ. VARIEDAD MARCOS JUAREZ INTA
 Cos. 1982/83



RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEÍNA, ENSAYO DE FERTILIZACIÓN COSECHA 1982/83 (LOC. 9 DE JULIO)



PRINCIPALES PATOGENOS QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE TRIGO EN LA ARGENTINA

E. Antonelli

El cultivo del trigo en la Argentina se confronta con una serie de adversidades de distinta índole que atentan contra la seguridad de cosecha y entre las cuales las afecciones producidas por los microorganismos fitopatógenos ocupan un sitio de importancia.

El problema de las adversidades del cultivo de este cereal en nuestro país no escapa a la regla general de la interacción hospedante-patógeno-medio ambiente. En relación con el medio ambiente debe señalarse la gran extensión del área triguera que coloca al cultivo bajo condiciones ecológicas distintas y muy variadas. Esta diversidad de ambientes determina una modalidad en la incidencia de las adversidades que gradúa la susceptibilidad del cultivo a las mismas.

Considerando el hospedante, la experiencia en la Argentina indica, como ha ocurrido en otros países, que cuando una variedad ha alcanzado, por sus cualidades agronómicas destacadas, una difusión masiva en el gran cultivo se constituye cuando confluyen también condiciones favorables para el desarrollo de agentes o factores capaces de deterioro, en un factor de vulnerabilidad.

Para el caso particular de las enfermedades debe señalarse para nuestro país la existencia de una gran diversidad de organismos fitopatógenos, con la correspondiente variabilidad genética resultante de los procesos biológicos a que están sujetos. Sin embargo, el desarrollo de enfermedades con características epifíticas no ha ocurrido con la frecuencia con que suelen presentarse en otros países.

Si bien el conjunto de enfermedades del trigo es, en general, común a todos los demás países del Cono Sur, el orden de importancia de las mismas en nuestro país difiere considerablemente del de otros países limítrofes, como por ejemplo, Brasil y Paraguay, en donde enfermedades como la septoriosis, fusariosis, helminthosporiosis y oidio, son tanto o más importantes que las royas. En este aspecto, la situación de la Argentina se ubica en un plano muy similar a la del Uruguay, constituyéndose la roya anaranjada y la septoriosis de la hoja, por la regularidad con que se presentan anualmente, aunque con severidad variable, en factores de primera magnitud. Si bien de incidencia mas esporádica, pero por sus efectos destructivos en condiciones favorables, la roya negra y la fusariosis representan un peligro latente para la producción triguera argentina. Las restantes enfermedades, por su presencia más errática e intensidades relativamente bajas pueden ser consideradas en otro nivel de importancia, aunque obviamente no debe descuidarse la labor fitotécnica que evite la difusión de cultivares muy susceptibles, como así también la utilización de tratamientos terapéuticos en aquellos casos donde su aplicación resulte económicamente factible.

1.- Roya Anaranjada (Puccinia recondita tritici)

Se presenta comunmente todos los años en la mayoría de las Subregiones trigueras del país (la excepción la puede constituir la Subregión VS en donde, por las condiciones de semiaridez, las enfermedades tienen escasa importancia). Existe

una tendencia a subestimar sus efectos, posiblemente porque éstos no son tan conspicuos y espectaculares como los que ocasionan P. graminis y P. striiformis cuando se presentan con características de epifitía. Sin embargo, su incidencia económica, considerando períodos de tiempo, es de mayor magnitud, según se desprende de algunas estimaciones realizadas en el país.

El comportamiento varietal a través del tiempo se ajusta a las clásicas fluctuaciones que se originan a raíz de la presión ejercida sobre las poblaciones del patógeno por los genes de resistencia específica que estaban presentes en la mayoría de los cultivares tradicionales y en los cultivares que se comenzaron a difundir, a principios de la década del 70, como consecuencia de la incorporación (a partir de 1962) en los planes de mejoramiento oficiales, de material procedente del CIMMYT. Estos últimos trigos, de alto potencial de rendimiento, comenzaron a conocerse como "mexicanos" o "de origen mexicano", aunque en su formación han intervenido trigos de muy diverso origen, inclusive argentinos. Preferimos utilizar el término "no tradicional" cuando hacemos referencia a este tipo de material.

A continuación se analizará cual ha sido el aporte en genes de resistencia a P. recondita con que han contribuido ambos tipos de trigos, tradicionales y no tradicionales.

A. Germoplasma tradicional: la variabilidad genética con respecto a este patógeno en los cultivares tradicionales es bastante amplia y deriva fundamentalmente de selecciones de la población Barleta (Americano 25e, Barleta 7D, Lin Calel M.A.), de trigos criollos míticos (Klein 49 y Pelon 33 conocido como Klein Favorito), y de algunas variedades introducidas, como Ardito (= Welhelmina - Rieti x Akagomughi) desarrollada por el Prof. Nazareno Strampelli, y las selecciones Bage (derivadas del cruzamiento Fronteira x Mentana) del Dr. Beckman del Brasil.

Es posible tener una idea acerca de la identidad de los genes involucrados en base a los estudios sobre herencia de la resistencia realizados en diversos países, y también del espectro de reacciones que pueda presentar el material cuando se lo ensaya frente a diversas razas fisiológicas y se compara ese espectro con el que presentan los "testers" portadores de conocidos genes de resistencia.

En el Cuadro 1 se presenta la reacción en plántula de este material frente a 23 clones de P. recondita determinados en la Argentina a lo largo de los últimos 30 años. En el mismo cuadro se incluyen también las líneas isogénicas portadoras de los genes Lr 3 y Lr 17, cuyos espectros de reacciones coinciden con los presentados por los trigos Sel. Klein 49a y Pelon 33c (= Klein Favorito), respectivamente.

El gen Lr 17, que estaría entonces presente en Pelon 33c, fue originariamente aislado de la variedad argentina Klein Lucero e incorporado en la línea isogénica Thatcher⁶ x KleinLucero, RL 6008. Sin embargo, K. Lucero presenta resistencia adicional a los clones 3395, 365, 1834, 1634, 909, 3815 y 3376 (Cuadro 1) conferida por un gen adicional, que designamos aquí como Lr 7D, derivado de Barleta 7D, que es uno de sus progenitores (Cuadro 2). La complementación de las reacciones presentadas por Barleta 7D y Thatcher⁶ - Klein Lucero (o Pelon 33c) reproduce exactamente el modelo exhibido por Klein Lucero.

El trigo Klein 49a, seleccionado en 1932 a partir de una población de trigo criollo místico del partido de Alberti (Prov. de Buenos Aires), reacciona en forma similar a las líneas isogénicas portadoras del gen Lr 3 y al cultivar Sinvaloch M.A. (Cuadro 1). Este último trigo, derivado del cruzamiento Klein Sin Rival x 38 M.A., alcanzó cierta difusión entre los años 1940 y 1945, y posteriormente fue muy utilizado como progenitor en la formación de nuevos cultivares. Sin embargo, el comportamiento a campo de este grupo de trigos que poseería el mismo gen de resistencia difiere sensiblemente, según puede apreciarse en el Cuadro 3. La resistencia en planta adulta de Sinvaloch M.A. es bien conocida desde hace muchos años y ha sido heredada, total o parcialmente, por varios de sus descendientes (Pergamino Gaboto MAG, Oncativo INTA, MAGNIF 41 INTA. Tacuari INTA y Vanguardia INTA).

Los genes presentes en Americano 25e, Ardito sel. Klein, Americano 26n, Americano 44d y Bage serían un nuevo aporte al acervo genético para resistencia a P. recondita identificado hasta el presente, puesto que el espectro de reacciones que esas variedades manifiestan frente a los diversos componentes de la población patógena local no coincide con ninguno de los exhibidos individualmente o combinados por las 23 líneas isogénicas ensayadas hasta el presente.

Los genes aportados por estos viejos aún persisten en el área triguera ya sea en cultivares 100 % tradicionales, como Bordenave Puan SAG, Buck Cencerro, Buck Cimarrón, Buck Namuncurá, Buck Napostá y Cooperación Bahía, o bien combinados con líneas no tradicionales, caso de los cultivares Buck Pangaré, Buck Pucará, Chasico INTA, Klein Chamaco, Cooperación Cabildo y Buck Patacón.

B. Germoplasma no tradicional: numerosos progenitores, directos o indirectos del material fitotécnico procedente del CIMMYT que comenzara a utilizarse en el país por criadores oficiales y privados a partir de la década del 60, fueron ensayados en plántula frente a numerosos clones de P. recondita. Este análisis permite tener una idea sobre el aporte genético para resistencia traído por ese material. Del estudio realizado han demostrado poseer factores de resistencia los siguientes trigos: Agent, Chinese-Aegilops umbellulata, Frocor, Kenya 324, Knott 2, Gabo, Lerma Rojo, Lerma Rojo 64, Lerma Rojo 64A, Maria Escobar, Nadadores 63, Nainari 60, Narino 59, Newthatch, Penjamo 62, Pitic 62, Sonora 64, Timstein, Tobari 66, Tezanos Pinto Precoz, Yaqui 50, Yaqui 54, Yaktana 54 y Yaktana 54 x Norin 10- Brevor.

Como sería muy complejo tratar de interpretar visualmente un cuadro completo donde figuren las reacciones de este material, sólo se presenta en el Cuadro 4 un grupo de variedades que, por intervenir con bastante frecuencia en el pedigrí de los modernos cultivares argentinos, tienen un mayor interés para el fitotecnista.

De acuerdo a los antecedentes existentes, el gen Lr 10 se halla presente en las variedades Exchange, Gabo, Timstein y algunos derivados (Selkirk, Lee, Mayo 54, etc) (McIntosh, 1973). Gabo y Timstein, de origen común, intervienen en el pedigrí de los trigos Nainari 60 y Nadadores 63, respectivamente (Cuadro 5). La reacción de estas cuatro últimas variedades se aproxima a la de la línea isogénica portadora del gen Lr 10 pero con algunas diferencias que podrían atribuirse a la presencia de factores adicionales o modificadores (Cuadro 4).

La cruza Sonora 64 x Tezanos Pinto Precoz - Nainari 60, conocida como "Jaral", ha originado los cultivares Leones INTA y Surgentes INTA. De sus combinaciones con otras líneas han surgido los cultivares Labrador INTA, Diamante INTA, Victoria INTA, Saira INTA, San Agustín INTA, Chaqueño INTA, La Paz INTA, Klein Chamaco, Cooperación Cabildo, Trigal 700, Trigal 706, Trigal 707 y Trigal 708. Casi todos estos cultivares son actualmente muy susceptibles a P. recondita a raíz de la selección y difusión de clones del patógeno con combinaciones de virulencia que hacen inefectiva la acción del gen Lr 10. Esto constituye un nuevo ejemplo de como la utilización intensiva de un determinado genotipo puede conducir a problemas de vulnerabilidad genética.

La variedad Tezanos Pinto Precoz (= Frontana x Thatcher - Sinvalochó M.A.) combina los efectos parciales de los genes de Sinvalochó M.A. y Frontana (aquí designado como Lr F), según se observa en el cuadro 4. Cuando se la utiliza en cruzamientos puede correrse el riesgo de no transferir ambos genes como parece haber ocurrido en la formación de los genotipos "Jaral", que han resultado susceptibles a algunos clones de P. recondita los que, sin embargo, son avirulentos sobre Tezanos Pinto Precoz.

Se ha informado (McIntosh, 1973) que Sonora 64 es portador del gen Lr 1. La comparación de sus reacciones con aquellas presentadas por la línea isogénica respectiva, indica que, además de dicho gen, Sonora 64 posee algún otro factor que puede explicar su resistencia adicional a los clones 365, 1834 y 3815. Este factor ya se halla en la línea Yaktana 54 x Norin 10-Brevor, antecesora de Sonora 64 (Cuadro 4).

Los genes derivados de especies silvestres forman parte del complejo varietal cultivado del país. Uno de ellos, el Lr 9, de Aegilops umbellulata, interviene en el pedigrí de los cultivares Precoz Paraná INTA y La Paz INTA (Cuadro 6). Precoz Paraná INTA fue el primer cultivar no tradicional difundido en la Argentina, desde su inscripción, en 1971, hasta su retiro del cultivo en 1980, fue resistente a todas las razas de P. recondita determinadas en el país. En cambio, su descendiente, La Paz INTA, difundido a partir de 1982, comenzó a presentar a partir de ese mismo año ataques de roya de la hoja. Ya se ha aislado el clon del patógeno virulento sobre dicho cultivar y que ataca, entre otros trigos, a Precoz Paraná INTA, Transfer, Knott N°2, Chinese x Aegilops umbellulata y otras líneas portadores del gen Lr 9.

El otro gen con ascendencia silvestre presente en el germoplasma cultivado actual es el Lr 24, transferido desde Agropyron elongatum al material doméstico. Se lo encuentra en cultivar Trigal 800 librado al cultivo a partir de 1980 y alcanzando rápida difusión en la Subregión II Norte. Sin embargo ya al año siguiente se observaron en algunas localidades del área triguera argentina ataques leves o moderados de P. recondita sobre ese cultivar, los que se magnificaron durante 1982 causando alarma entre los productores. El estudio de las muestras recogidas durante 1981 permitió determinar la presencia de tres razas del hongo virulentas sobre el gen Lr 24, las cuales no habían sido detectadas con anterioridad, lo cual no excluye, por razones de muestreo, la posibilidad de su presencia en años anteriores.

La combinación de los efectos parciales de varios genes puede ofrecer una mejor defensa que el basar la misma en un solo gen con efecto amplio, como es el caso de los genes Lr 9 y Lr 24. Así por ejemplo, si se logra reunir en un hipotético cultivar X los genes Lr 1, Lr 3, Lr F y Lr 10, la reacción final resultante frente a cada uno de los componentes de la población patógena local de P. recondita garantiza un adecuado control del hongo ya que actualmente no se conoce ninguna raza con virulencia simultánea sobre esos cuatro genes (Cuadro 7).

Con respecto al comportamiento de los cultivares comerciales tipo pan actualmente a disposición del productor merecen destacarse por su resistencia Buck Cimarrón, Buck Namuncurá, Trigal 708, Norkinpan 70, Buck Cencerro, Chasico INTA y los de más reciente inscripción, Klein Cartucho, Cooperación Bahía, y Buck Patacón. Este grupo de cultivares presentó, durante el período 1977-1982, ataques promedio de P. recondita inferiores al 10 % en el Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades que conduce el Departamento de Genética de Castelar (Rogriguez Amieva et al. 1977, 1978, 1979, 1980, 1981 y 1982). Los restantes cultivares son fitosanitariamente deficitarios frente a P. recondita, registrando con frecuencia, tanto en condiciones de campo experimental como del gran cultivo, elevados niveles de infección.

2.- Roya Negra (Puccinia graminis tritici)

La variabilidad inicial para resistencia a P. graminis que existía en las poblaciones o variedades que dieron origen a los cultivares "tradicionales" era escasa y estaba representada fundamentalmente por los genes de resistencia presentes en Kanred (gen Sr 5) y su descendiente Reliance (uno de los progenitores de Klein Aniversario), Mentana (gen Sr 8) y su descendiente Frontana; en algunas selecciones de la población Barleta (Americano 25e, Barleta 7D); en algunos trigos "pelones" (múticos) como Pelón 33c y Klein 49a, y también en Ardito y 38 M.A. (Cuadro 8).

La difusión, a partir de 1963, de la raza 15(63) del patógeno determinó que la totalidad de las variedades cultivadas hasta entonces resultaran, en mayor o menor grado, susceptibles al mismo. Sin embargo, desde la epifitía de 1950, que afectara fundamentalmente al cultivar Benvenuto Inca de gran difusión en ese momento, no se ha registrado en el gran cultivo otra similar. Este hecho puede atribuirse a que, merced a una labor fitotécnica más eficiente, a pruebas de sanidad más rigurosas y a un mayor control en el lanzamiento de variedades, no se hayan difundido cultivares con una susceptibilidad tan elevada como la de Benvenuto Inca. Otro factor de importancia pudo constituirlo la falta de condiciones ambientales favorables, entre las que puede citarse la baja fertilidad de los suelos dedicados al trigo.

La creciente utilización, a partir de 1962, de germoplasma "no tradicional" representó una sensible mejora en el comportamiento varietal. La variabilidad genética aportada por el nuevo material para el control de la enfermedad es bastante amplia. De acuerdo a los progenitores intervinientes y a los antecedentes genéticos disponibles sobre los mismos, se hallarían presentes por lo menos los genes Sr 5, 6, 7a, 8, 9a, 9b y 11. La variedad Sonora 64 combina varios de los genes mencionados y es progenitora directa o indirecta, de casi todos los cultivares de trigo pan con germoplasma no tradicional que se han inscripto en el país. La mayoría de ellos, han resultado muy resistentes a P. graminis, como ser Precoz Paraná INTA, Dekalb Urunday,

Dekalb Lapacho, Diamante INTA, Leones INTA, Marcos Juárez INTA, Surgentes INTA, Dekalb Tala, Buck Nandú, Trigal 700, Trigal 705 y demás cultivares que se fueron librando al cultivo en los últimos años. También se han incorporado al germoplasma cultivado, con la variedad Trigal 800, el gen Sr 24 presente también en la variedad Agent y estrechamente ligado al gen Lr 24, que se mencionara anteriormente.

Todo esto hizo posible un adecuado control genético de P. graminis hasta prácticamente el día de hoy. Sin embargo, de aquí en más puede comenzar otro ciclo: el de susceptibilidad a este patógeno. La determinación de una raza de P. graminis, de muestras procedentes de varias localidades del área cerealera (incluyendo el Chaco) que combina virulencia simultánea sobre los genes Sr 5, 6, 7a y 11, entre otros, atacando asimismo a Sonora 64, puede plantear un problema fitosanitario serio si confluyen las condiciones básicas para una epifitía: condiciones ambientales favorables y una interacción hospedante-patógeno compatible operando durante un cierto lapso de tiempo.

En pruebas preliminares al estado de plántula realizadas con un clon perteneciente a esta raza(*), designada a los efectos operativos como 11 SOS (de Sonora Susceptible), se ha comprobado que de los 35 cultivares inscriptos en el Registro Oficial y actualmente a disposición de los productores, 22, (incluyendo varios de los de mayor difusión) presentaron tipos de infección que permiten considerarlos como susceptibles (clases de reacción MS y S) (Cuadro 9).

Algo más alentadora parece ser la situación con respecto al material inédito que los criaderos oficiales y particulares han incluido en el Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades 1983. En efecto, de 201 líneas avanzadas (R.P.M.) que se han podido evaluar hasta el momento en invernáculo, 113 (el 56,2 %) fueron clasificadas como de reacción R o MR frente al clon mencionado.

La reacción de los genes "Sr" frente a varios clones pertenecientes a la raza 11 SOS es la siguiente:

RESISTENTE: Sr 9e, 27.

MR a MR-MS: Sr 8, 22, 24, 25, 26.

SUSCEPTIBLE: Sr 5, 6, 7a, 9a, 9b, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.

FALTAN EVALUAR: Sr 29, 30, 31, 32, WDR, Tt1, Tt2.

3.- Roya Amarilla O Listada (Puccinia striiformis)

La aparición de esta enfermedad en el país se relaciona con la expansión de la variedad Klein Record, especialmente en la provincia de Buenos Aires, en 1929. Posteriormente se manifestó con características de epifitía en los años 1930, 1931, y 1932; los perjuicios causados fueron tan grandes en dicha variedad que a raíz de ello se dejó de cultivar.

En nuestra región cerealera las condiciones ambientales favorables a este parásito no se dan con tanta frecuencia como en otras zonas más frías,

(*) Se utilizó el clon Nº 4739 aislado de muestras colectadas por el Ing. Agr. Enrique Ernie en el campo experimental del Criadero Pro Agro, Northrup King Semillas S.A., Chacabuco, Prov. de Buenos Aires.

determinando una amplia variación en la intensidad de los ataques en los distintos años en las subregiones trigueras. Esta es también la causa de que sólo esporádicamente se presenten epifitias de cierta gravedad, pese a ser este patógeno endémico en toda la zona de cultivo de este cereal.

Normalmente, en las condiciones de Argentina, esta enfermedad puede tener alguna importancia en la región centro sur de la zona cerealera, aunque en algunos años se han observado ataques de cierta intensidad en zonas alejadas de esa área tradicional, como ser, N. de la Prov. de Buenos Aires, Entre Ríos y E. de Córdoba. Este hecho pudo ser debido a la ocurrencia de condiciones benignas de clima (primaveras frescas y húmedas), probablemente asociado con la difusión de material muy susceptible.

Por las razones mencionadas anteriormente los planes de mejoramiento han dado prioridad a las royas del tallo y de la hoja, aunque se ha tenido especial cuidado de que no se difundan en el gran cultivo variedades muy susceptibles a P. striiformis. A este respecto debe señalarse que debió desalentarse la multiplicación y siembra del cultivar Surgentes INTA, que se halla inscripto en categoría provisoria, por los elevados ataques que presentaba en su área de difusión (centro norte de la región triguera).

La localización de factores genéticos de resistencia se ha realizado, principalmente, en base a observaciones de campo. Particularmente útiles resultaron los ensayos conducidos por el Instituto de Fitotécnica a partir de 1944, en el valle de El Bolson, provincia de Rio Negro, donde las condiciones ambientales determinan anualmente intensos ataques de roya listada, y de cuyos resultados informaron Vallega y Cenoz, en 1961. Estos autores pudieron determinar la elevada resistencia de líneas o variedades como Chino 166, Chino 166 x Lin Calel, Frontana, Guatrache Hucal MAG, Heines Kolben x 38 MA, MAGNIF MG, etc., algunas de las cuales entran directa o indirectamente, en el pedigree de algunas variedades tradicionales. Asimismo, les fue dable observar el excelente comportamiento frente a este parásito de un alto número de variedades de diversa procedencia, particularmente de origen europeo.

Alguna información con respecto a las características patógenas de la población de P. striiformis en la Argentina y otros países latinoamericanos, provienen del análisis de muestras que se realizan en Wageningen, Holanda, dentro del marco del International Survey of Factors of Virulence. Desde un punto de vista práctico, la utilidad que puede derivarse de la información así obtenida es muy relativa, ya que los hospedantes diferenciales utilizados tienen escasa o nula relación con el material que está interviniendo actualmente en la formación de cultivares comerciales argentinos. Sería aconsejable retomar en nuestro país los estudios de esta naturaleza, pero en función de los eventuales factores de resistencia que puedan estar presentes en el germoplasma que se está utilizando. Ello requiere el disponer de facilidades adecuadas (cámaras climatizadas, etc.) dada las particulares exigencias ambientales de P. striiformis para su desarrollo.

4. Septoriosis (Septoria tritici y S. nodorum)

Existen algunos antecedentes de epifitias de ambas especies que han ocasionado importantes perjuicios.

Mientras Septoria tritici se presenta normalmente todos los años, Septoria nodorum lo hace esporádicamente aunque sus efectos son más drásticos. De

todos modos el problema está muy lejos de alcanzar la magnitud que tiene en algunos países vecinos (Brasil y Paraguay) donde puede constituirse en un factor limitante del cultivo.

Si bien no hay resistencia a Septoria tritici en los cultivares actualmente en uso, se observan diferencias en el comportamiento entre los trigos tradicionales, de menor susceptibilidad, y los de origen no tradicional, de mayor susceptibilidad. Cuando se comenzó a difundir este último tipo de variedades se llegó a pensar que podrían magnificar el problema de esta enfermedad como ha ocurrido en otros países del mundo con la difusión masiva de cultivares importados de México, que fueron reemplazando gradualmente a las poblaciones nativas. Sin embargo, ello no ha ocurrido, un poco por razones ecológicas y también porque la labor fitotécnica ha ido corrigiendo esa falencia original de los primeros cultivares no tradicionales difundidos en la Argentina. Ya los más recientes, varios de los cuales combinan germoplasma "tradicional" con "no tradicional" presentan niveles de moderada susceptibilidad que no comprometen hasta el momento la seguridad de cosecha.

5.- Carbón Volador (Ustilago tritici)

Adquiere alguna importancia cuando alcanzan gran difusión cultivares muy susceptibles como ocurrió durante 1960 a 1963, en la zona Rosafé, con los trigos Klein Colón, Klein Petiso y Klein Rendidor, los cuales se hallaban estrechamente emparentados. Pero también debe destacarse que la importancia de la enfermedad está regulada por el grado de infección de la semilla, que varía de un año a otro de acuerdo a las condiciones de ambiente en el momento de la floración del trigo.

Justo es reconocer que nunca se encaró como programa principal la búsqueda de resistencia genética a U. tritici, lo cual es comprensible si se tiene en cuenta que la etiología de la enfermedad permite otros sistemas de control, y por ende el fitotecnista prefiere sacrificar una eventual resistencia al parásito en favor de otras características de mayor predicamento. El buen comportamiento de algunas variedades comerciales se debe al hecho de que progenitores seleccionados por calidad, rendimiento, etc., eran también resistentes al carbón volador, tal el caso de algunos descendientes de 38 MA o Sinvaloch MA.

Todas las variedades de trigos "fideos" que se cultivan o han cultivado en el país han resultado inmunes al parásito. Entre las variedades "tipo pan" que sobresalen por su inmunidad o resistencia se pueden mencionar un grupo de trigo que ya han dejado de cultivarse, pero que podrían ser de gran utilidad si se desea encarar la búsqueda de resistencia genética a éste parásito. Ellos son: Pergamino Gaboto MAG, Agrolit Vigliano, Olaeta Artillero, Buck Manantial, Klein Puma, Oncativo INTA, Tacuarí INTA y Magnif 41 INTA.

6.- Fusariosis de la Espiga (Fusarium sp.)

Esta enfermedad, aunque esporádica, puede ocasionar fuertes pérdidas si se presentan condiciones de alta humedad y temperatura, muy favorables para el desarrollo y difusión del parásito, a partir de la espigazón.

En 1976, en la zona de Balcarce causó daños importantes, aunque irregulares, particularmente sobre los trigos candeales. En 1978 la incidencia de la enfermedad fue más notable en las regiones trigueras de Entre Ríos, Córdoba, S. de Santa Fe, y N de la Provincia de Buenos Aires; las pérdidas estimadas para algunas áreas de la Subregion II Norte alcanzaron al 30 % del rendimiento.

Es por ello que esta enfermedad debe ser tomada en cuenta en los planes de mejoramiento, por lo menos descartando el material fitotécnico que sea extremadamente susceptible. Las tareas de selección tropiezan con el inconveniente de la discontinuidad de los ataques a campo, lo que determina que una correcta evaluación del material solo podría hacerse después de muchos años de observación. Por lo tanto, una condición para una eficiente labor fitotécnica consiste en el desarrollo de métodos de infección que aseguren la producción anual de fuertes ataques a campo, como así también la elaboración de técnicas que permitan evaluar sobre bases más concretas -no solamente visuales- los distintos grados de susceptibilidad o resistencia del material que se ensaye.

Durante los fuertes ataques registrados en 1978 pudo observarse en algunos campos experimentales un comportamiento diferencial frente al patógeno dentro del material del Programa Cooperativo de Mejoramiento de Trigo del INTA, como así también dentro de los cultivares comerciales, donde Klein Atlas y Pergamino Gaboto MAG presentaron muy bajos niveles de infección.

Este material de mejor comportamiento sirvió de base para la intensificación de los trabajos de selección frente a Fusarium sp. En 1979, los investigadores Maria T.V. de Galich y Angel M. Galich, de la Estación Experimental Agropecuaria de Marcos Juárez, sometieron al mismo, como así también a nuevo material con antecedentes de resistencia procedente de Brasil, a inoculaciones artificiales en condiciones de invernáculo. La tarea fue continuada durante 1980 y 1981 y ha permitido detectar un grupo de trigos de buen comportamiento al patógeno, la mayoría de ellos también con buena adaptación y rendimiento. El detalle de este material es el siguiente (Galich y Galich, 1983):

- a) de material desarrollado en la Argentina: Klein Atlas, Vilela Sol, Las Rosas INTA, Oncativo INTA, LAJ 1409, LAJ 2079, LAJ 2316, LAJ 2514.
- b) de material procedente del Brasil: C 7919, Pel. 73101, Pel. 73081, PAT 19, PF 7815, NHU Pora, Toropi, Encruzilhada, Nobeoka Bozu, Nyubai, Pekin 8.

La etapa siguiente fue la iniciación de un plan de mejoramiento tendiente a incrementar gradualmente los niveles de resistencia derivados del material anteriormente mencionado. La información existente acerca de la herencia de la resistencia al patógeno es escasa, lo cual es explicable dada la falta, a nivel mundial, de adecuadas fuentes para el control de la enfermedad. Sólo se conoce que en Nobeoka Bozu la resistencia está condicionada por tres genes recesivos de efecto epistático (Nakagawa, 1955) y que también estaría involucrada herencia poligénica. Por estas razones se resuelve adoptar el método de selección recurrente, por el cual en cada ciclo, mediante cruzamientos entre líneas y variedades de probado buen comportamiento, seguido de una selección en invernáculo en F₂, se incrementaría paulatinamente el nivel de resistencia, sin perder características de rendimiento o tipo agronómico. Este plan fue iniciado en 1982 con la realización de 59 cruzamientos.

7.- Carbon Hediondo O Caries (Tilletia caries y T. foetida)

El control de esta enfermedad, importante factor del desmejoramiento de la calidad comercial de la producción triguera, se ha basado fundamentalmente en la desinfección de la semilla mediante productos químicos. En algunos años el problema ha adquirido cierta magnitud a causa de fallas, tanto en la efectividad de los funguicidas utilizados como en los métodos de aplicación, unido a la difusión de variedades muy susceptibles.

Al igual que en caso del carbon volador nunca se ha buscado específicamente el control genético de la enfermedad pese a disponerse de adecuadas fuentes de resistencia. Existen sin embargo, marcadas diferencias en el comportamiento de los actuales cultivares comerciales. Las pruebas con inoculaciones artificiales (utilizando una población de Tilletia sp. del país) que se realizan anualmente en el campo experimental del Departamento de Genética, en Castelar, han permitido establecer (Rodríguez Ameiva, 1983) que para el período 1977-1982, los cultivares con menores niveles de infección promedio (hasta 5 % de espigas enfermas) fueron: Trigo 800 (0,2 %), Balcarceño INTA (0,4), Bonaerense Valverde (0,4), Cooperación Bahía (0,8), Buck Namuncurá (0,9), Chasico INTA (1,4), Buck Mechongué (1,6), Diamante INTA (2,6), Buck Pucará (3,0), Buck Candisur (3,8) y Buck Cencerro (5,0). En cambio, los cultivares de mayor susceptibilidad (más de 40 % de espigas enfermas) fueron: Klein Cartucho (42,5 %), Tuc Norteno (47,4), Klein Atalaya (49,2), Norkinpan 70 (49,6), Klein Chamaco (49,7) y Victoria INTA (66,7). Los trigos "tipo fideos" han sido tradicionalmente resistentes a los "carbones" en la Argentina. Los cuatro cultivares de este tipo actualmente difundidos (Balcarceño INTA, Bonaerense Valverde, Buck Mechongué y Buck Candisur) se ubican dentro del grupo de los más resistentes.

Se ha considerado, hace algunos años, la posibilidad de la presencia en el país de la especie (Tilletia controversa), hecho que podría complicar el panorama fitosanitario ya que por sus características etiológicas dificultaría las posibilidades del control químico. Si bien se han detectado formas morfológicamente semejantes a T. controversa, se ha comprobado que el comportamiento fisiológico de las muestras analizadas difiere marcadamente de la especie citada, siendo similar al de T. caries y T. foetida (Mujica, 1969).

8.- Virosis Del Trigo(*)

Los estudios sobre virosis del trigo se comenzaron a realizar en forma intensiva en la Argentina a partir del año 1977, por investigadores del Departamento de Patología Vegetal, INTA, Castelar, centrándose los trabajos principales sobre el enanismo amarillo de los cereales, que es el de más amplia difusión y uno de los que más daños provoca en trigo.

A. Nanismo amarillo (BYDV)

a. Distribución, incidencia y transmisión:

En 1978 se confirmó la presencia del virus del enanismo amarillo de los cereales en Argentina. Además del pulgón amarillo, Metopolophium dirhodum,

se comprobó su transmisión por las siguientes especies: Schizaphis graminum, Ropalosiphum padi y R. rufiabdominalis.

Durante 6 años se siguió la evolución de la virosis en cultivos de la provincia de Buenos Aires. Se apreció una difusión generalizada en todo el trayecto recorrido, con niveles de incidencia fluctuantes según los años y el área geográfica considerada.

Coincidiendo con una disminución de las poblaciones de pulgón verde y amarillo, los dos transmisores más difundidos, también se observó una tendencia a la disminución de la incidencia del nanismo amarillo.

En 1981 se registraron dos excepciones, en áreas muy localizadas: Balcarce y Castelar. En Castelar el ataque de la virosis fue muy intenso y también fueron inusitados los altos niveles poblacionales registrados para pulgón amarillo.

El patrón de diseminación del virus en la provincia de Buenos Aires que podría trazarse al cabo de seis años de observaciones es el siguiente:

Las zonas más afectadas corresponden a las del Partido de Guaminí y vecinos, en el oeste y el partido de Balcarce, en el sudeste. En el oeste, podría sospecharse que las características de los suelos arenosos y de baja fertilidad favorecerían la expresión de los síntomas del BYDV.

En Balcarce, al igual que en Castelar, el clima favorecería la supervivencia del pulgón amarillo. Conviene destacar que toda vez que se observó una regular o alta población de pulgón amarillo, la incidencia de la virosis fue elevada.

Fuera del área investigada, en relevamientos esporádicos, se observaron fuertes síntomas atribuibles al BYDV en avena, cebada y triticale en la Estación Experimental de Anguil (La Pampa) en 1981; de menor intensidad en trigo en las estaciones experimentales de Pergamino (Buenos Aires) y Paraná (Entre Ríos). En Marcos Juárez (Córdoba) la incidencia fue nula en 1977 y 1981.

Los niveles de infección registrados podrían estar subestimados porque se consideraron solamente plantas con síntomas claramente manifiestos, desechando la posibilidad de plantas infectadas sin síntomas, situación que suele darse en el caso de esta virosis.

Sin duda la posibilidad de disponer del test inmuno-enzimático para la detección del virus (test "ELISA") en el futuro, permitirá completar la información sobre la distribución e incidencia del virus en toda la región triguera argentina.

b. Evaluación de cultivares: en el año 1981 se registró en Castelar una severa infestación de pulgón amarillo, lo que trajo aparejado un intenso ataque de virosis. Este hecho permitió realizar una evaluación del comportamiento de cultivares de trigo, avena y cebada frente al BYDV en un ensayo que se ajustó a las normas establecidas en el Programa IICA-Cono Sur/BID.

Proyecto Trigo. Se destacaron por su mejor comportamiento los cultivares Anza, CNT9, Londrina, San Agustín INTA, Tucunduva, V23 y Yecora. Los de mayor susceptibilidad fueron Buck Nandú, Klein Toledo, Labrador INTA. LE 1787, Nobre y Trigo 800.

Las diferencias cuantitativas que pudieron observarse midiendo un factor de rendimiento (peso de 1000 granos) estarían afectadas tanto por la infección por el virus como por la fuerte carga de pulgón que soportaron las plantas. Es decir, cuando esas diferencias existen, no pueden atribuirse únicamente a efectos del virus, sino a los del complejo virus-pulgón.

B. Otros virus

Los relevamientos efectuados indicarían la presencia de otros virus en nuestros cultivos, como por ej. el Wheat Soil-Borne Mosaic (WSBMV), observado por Slykhuis en 1980. Este virus es particularmente grave en Nebraska desde 1970, por lo cual se trabaja intensamente en su control.

En ensayos realizados en Brasil en 1982 se tuvo la oportunidad de observar el efecto del WSBMV sobre cultivares argentinos. Los más susceptibles fueron Saira INTA, Marcos Juárez INTA, Diamante INTA y Leones INTA, mientras que con un grado menor de susceptibilidad merecen citarse Labrador INTA, San Agustín INTA, Victoria INTA, Trigo 800 y particularmente Buck Nandú y Klein Toledo.

Un virus de partículas baciliformes, el cual según Slykhuis, estaría asociado con el North American Wheat Striate Mosaic Virus, fue encontrado en plantas del vivero de trigo de Balcarce. Un relevamiento de posibles vectores de ese virus, arrojó como resultado el hallazgo de las siguientes especies de Delfácidos (Homópteros Auquenorrincos), los que podrían hallarse involucrados en su transmisión: Delphacodes Kuscheli, D. haywardii, D. argentinensis, D. Sitarea, D. elongatus y D. balbosa.

También a la familia de Delfácidos pertenece el transmisor de la virosis denominada "Espiga branca do trigo" en Brasil, cuyos síntomas son fácilmente distinguibles sobre todo en plantas aisladas en cultivos o en materiales de selección en campos experimentales: láminas con franjas blanquecinas o cloróticas longitudinales, tallos y espigas totalmente cloróticas. Otra aproximación para su diagnóstico es la presencia de inclusiones aciculares hialinas o dispuestas como cuentas de un rosario en células epidérmicas.

Especies del género Sogatella a la que pertenece el vector de este virus (S. Kolophon) están descriptas en el país. La cría y manejo de este grupo de insectos presenta problemas particulares, en cuya solución se está avanzando a través del estudio de la virosis llamada "Mal de Río Cuarto del Maíz", cuyo vector se ubica dentro de dicha familia.

También en nuestro país está comprobada la existencia del ácaro Aceria tulipae, detectado sobre ajos. Se trata del vector de la más destructiva de las virosis del trigo, el Wheat Streak Mosaic Virus (WSMV), la que ha llegado a destruir vastas superficies de cultivos en las praderas canadienses

y sus adyacentes estadounidenses. No se conoce la razón por la cual el transmisor no ha sido encontrado sobre trigo en el país, pero su presencia y el hecho de que también el WSMV puede transmitirse fácilmente por medios mecánicos, alertan sobre la necesidad de considerar el problema.

De muestras de semillas de cebada procedentes de la Argentina, McKinney y Greely (1965) han aislado varias razas del mosaico listado de la cebada (BSMV) de distintos grados de virulencia. Este virus, que se transmite por semilla, tiene como principales hospedantes a la cebada y al trigo, no existiendo hasta el momento en el país mayor información acerca de su distribución e incidencia económica.

Como comentario final, y de lo expuesto anteriormente, se considera que la información disponible hasta el presente sobre las virosis del trigo resulta insuficiente para ubicarlas, con respecto a magnitud, dentro de una escala que contemple los demás factores fitosanitarios.

Bibliografía Citada

DE BIASI, Alicia y Beatriz S. Gurfinkel, 1983.- Virosis del trigo. Informe interno del Departamento de Patología Vegetal, INTA, Castelar.

GALICH Maria T.V. de y A.N. Galich, 1983.- Comunicación personal.

MC INTOSH, R.A., 1973.- A catalogue of gene symbols for wheat. In: Proceedings of the 4th International Wheat Genetics Symposium. Univ. of Missouri, Columbia Missouri, USA. August 6-11, Ed. by E.R. Sears and L.M.S. Sears.

MC KINNEY H.H. y L.W. GREELEY, 1965.- Biological characteristics of Barley Stripe-Mosaic Virus strains and their evolution. Tech. Bull. Nº 1324, U.S.D.A.

MUJICA, F.L., 1969.- Consideraciones sobre algunos aspectos fisiológicos de Tilletia spp en la Argentina. Rev. Inv. Agrop., Serie 2, Biol. y Prod. Vegetal, Vol. VI (4): 65-75.

NAKAGAWA, M., 1955.- Studies on the resistance of wheat varieties to Gibberella saubinetti II. Genetical factors affecting resistance to G. saubinetti. Ikushugaku zasshi/Jap. J. Breed. 5: 15-22.

RODRIGUEZ AMIEVA, P.J., 1983.- Comunicación personal.

RODRIGUEZ AMIEVA, P.J., F.L. MUJICA, J.H. FRECHA y E.F. ANTONELLI, 1977 a 1982.- Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades en Trigo, Avena, Cebada, Centeno y Lino en la región cerealera argentina. Boletines informativos Nº 37 al 42. Depart. de Genética, INTA, Castelar.

VALLEGA, J. y H.P. CENOZ, 1961.- Comportamiento de variedades de trigo respecto a la roya amarilla (Puccinia glumarum) en la Argentina observado entre 1944 y 1958 en el valle de El Bolsón, Prov. de Río Negro. Rev. Inv. Agric. 15: 113-137.

CUADRO 1.-REACCION DE VARIEDADES DE TRIGO DE ORIGEN TRADICIONAL, Y DE ALGUNAS LINEAS DIFERENCIALES ISOGENICAS, FRENTE A 23 CLONES DE Puccinia recondita tritici AISLADOS EN LA ARGENTINA.

VARIETADES	CLONES																						
	1636	1605	2908	1608	4765	4206	2883	3395	2947	4488	2982	2841	2902	3298	365	1834	1634	1476	909	1839	4485-S	3815	3376
AMERICANO 25 e	○	○	.	◐	.	.	.	◐	.	.	.	.	.	.	⋮	.	.	.	.	.	.	⋮	◐
AMERICANO 26 n (= KLEIN UNIVERSAL)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◐	●	◐	○	◐	◐	◐	●
AMERICANO 44 d (= KLEIN UNIVERSAL II)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
ARDITO SELECCION KLEIN	○	○	○	○	.	.	⋮	◐	.	.	.	.	.	.	●	⋮	.	.	.	●	●	●	●
PARLITA 7D	⋮	●	●	●	⋮	⋮	●	○	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	.	.	●	.	●	●	.	○
PELON 33 c (= KLEIN FAVORITO)	⋮	⋮	●	●	⋮	⋮	⋮	●	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SEL. KLEIN 49 a	●	●	●	●	.	.	●	●	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	●	●	●	●
PAGE	○	○	⋮	●	.	.	○	●	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	●	●
SIN VAL OCHO M.A. TH. ⁶ - DEMOCRAT (Lr3) WICH. ⁸ - DEMOCRAT (Lr3)	●	●	●	●	.	.	●	●	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	●	●	●	●
TEACHER ⁶ - K. LUCERO (Lr17)	⋮	⋮	●	●	⋮	⋮	⋮	●	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	●	●	●	●	●	●	●	●	●
KLEIN LUCERO (Lr17 + Lr7P)	⋮	⋮	●	●	⋮	⋮	⋮	○	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	.	.	●	.	●	●	.	○

REFERENCIAS:

• R

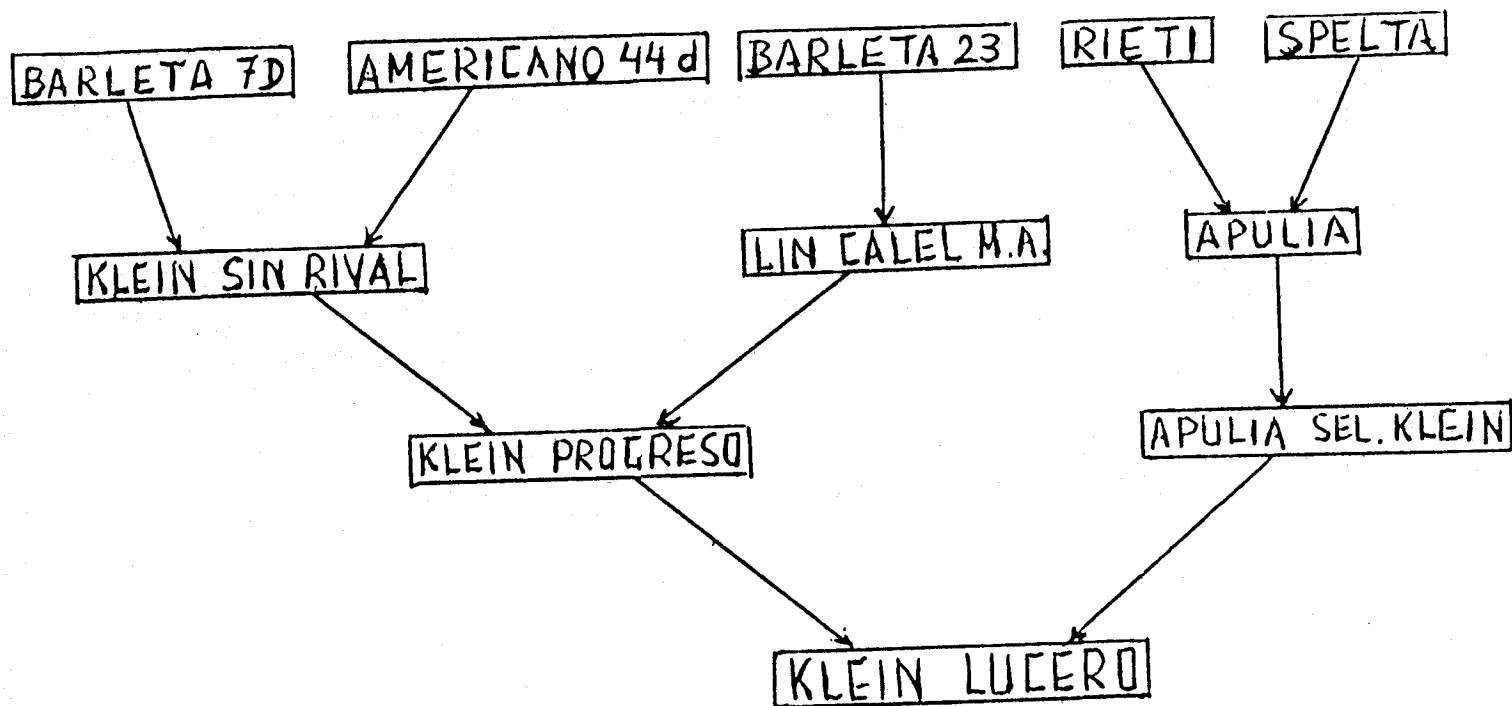
⋮ R a MR

○ MR

○ MR a MS

◐ MS

● S



CUADRO 2.- Esquema del origen de la variedad Klein Lucero.

CUADRO 3.- COMPORTAMIENTO A CAMPO (EXPRESADO EN % DE INFECCION) FRENTE A PUCCINIA RECONDITA DE LINEAS ISOGENICAS Y VARIEDADES PORTADORAS DEL GEN Lr 3.

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981			1982	
	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Oliv.	Par.	Cast.	Cast.	Raf.
SINVALOCHO M.A.	0	T	0	5	5	T	T	T	T	T	10	0
SEL. KLEIN 49 a	60	80	70	-	90	-	-	-	-	-	60	-
THATCHER ⁶ - DEMOCRAT (Lr 3)	-	99	90	99	90	99	70	90	80	60	90	80
WICHITA ⁸ - DEMOCRAT (Lr 3)	-	-	90	-	-	99	90	-	-	-	-	-
WICHITA ⁷ - MEDITERRANEAN (Lr 3)	-	-	90	-	-	99	-	-	-	-	-	-

REFERENCIAS: Cast. = Castelar, Prov. de Buenos Aires
Par. = Paraná, Prov. de Entre Ríos

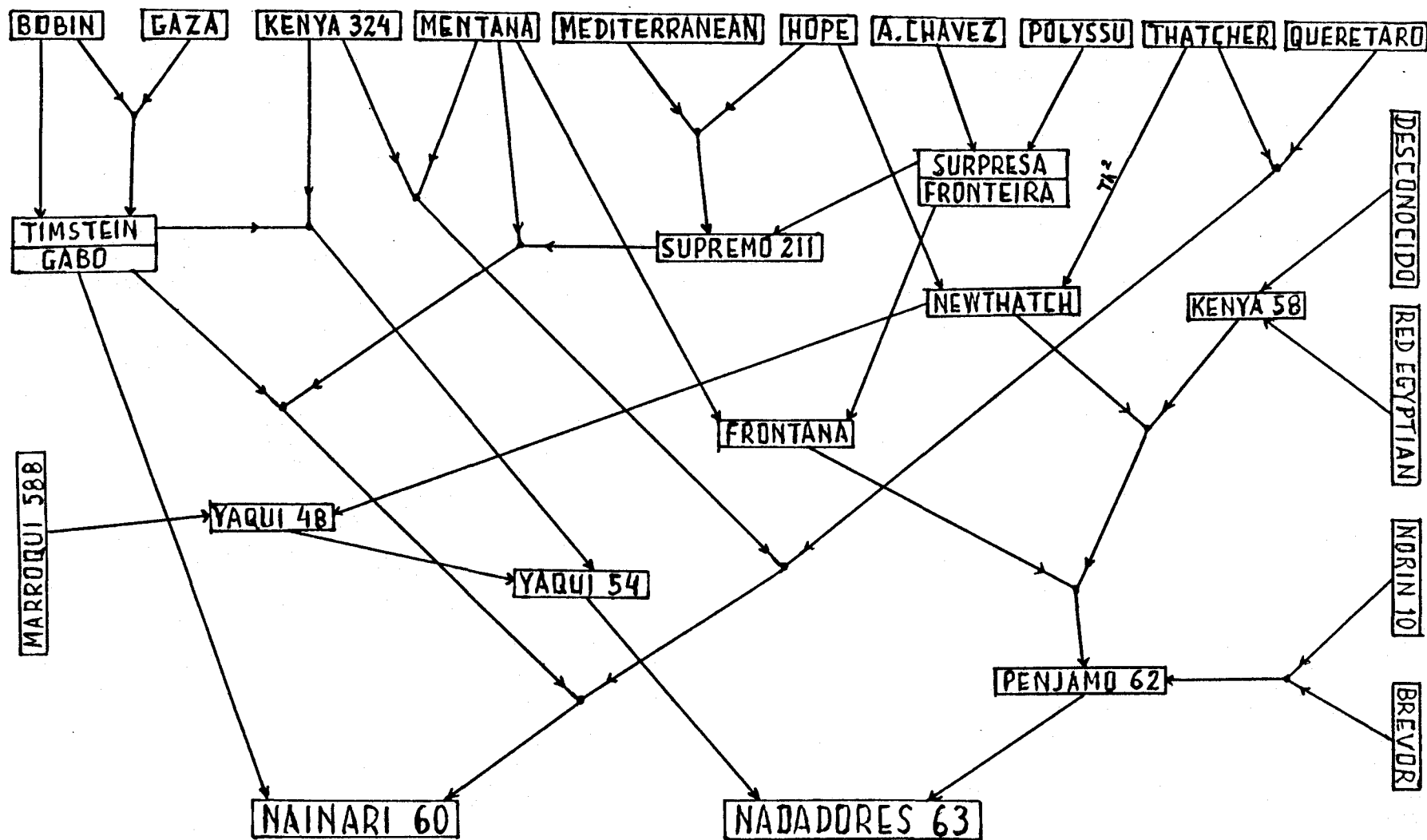
Oliv. = Oliveros, Prov. de Santa Fe
Raf. = Rafaela, Prov. de Santa Fe

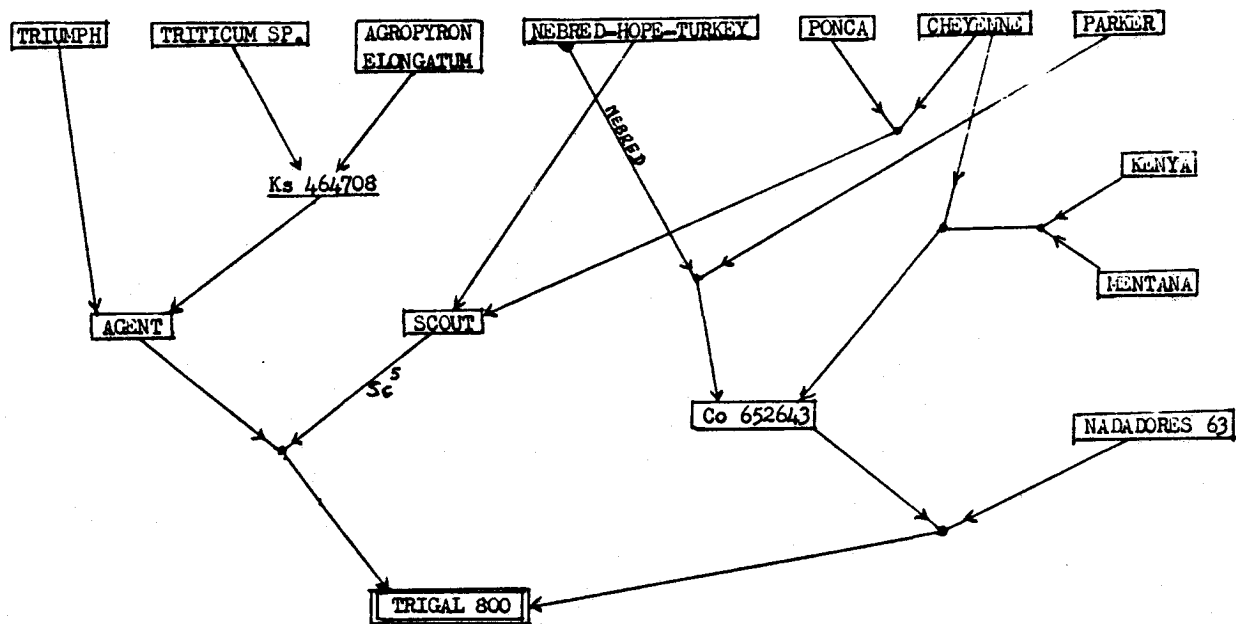
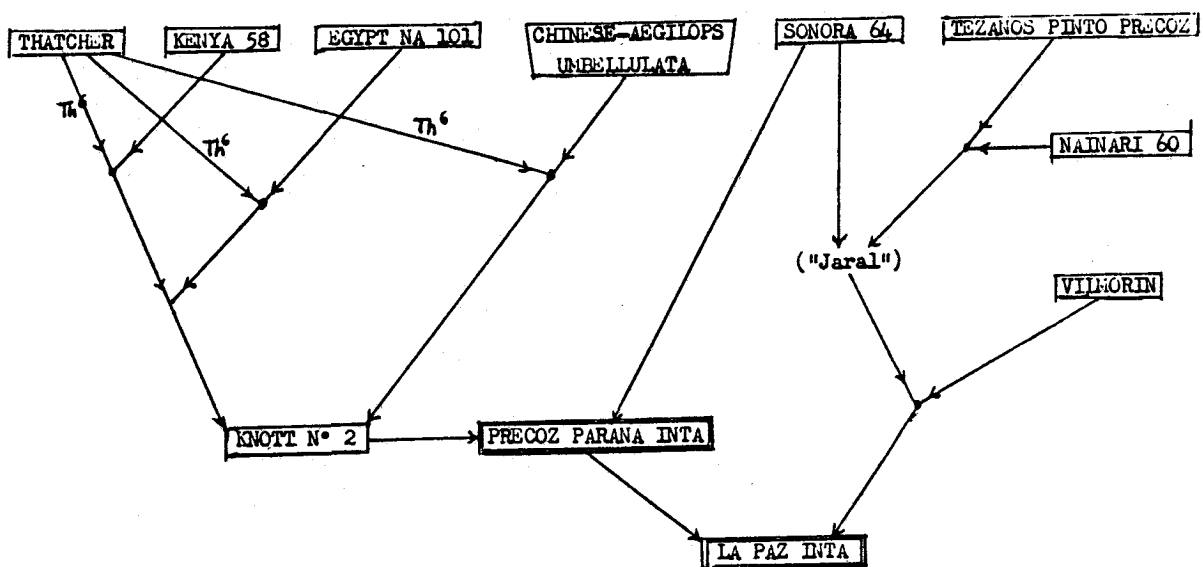
CUADRO 4.- REACCION DE ALGUNOS TRIGOS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE CULTIVARES "NO TRADICIONALES" FRENTE A 25 CLONES DE PUCCINIA RECONDITA. SE INCLUYE TAMBIEN LA REACCION DE ALGUNAS LINEAS DIFERENCIALES ISOGENICAS.

	1605	1608	2908	4206	2883	3956	3395	4488	2982	2841	2902	3298	4515	365	3471	1834	1634	1476	909	4483-T	1839	4485-S	1888	3815	3376
NADADORES 63	.	○	.	●	.	⊙	.	.	●	⊖	.	●	●	.	●	.	.	.	●	●	.	.	—	.	.
MAINARI 60	∴	○	.	●	.	⊙	.	.	○	●	.	⊖	●	.	—	.	.	.	○	○	.	.	—	.	.
GABO ; TIMSTEIN	.	⊙	.	●	∴	⊙	.	.	○	●	.	○	●	.	○	.	.	∴	○	.	.	.	○	.	.
THATCH ⁶ -EXCHANGE (Lr10)	∴	●	∴	●	∴	●	∴	∴	●	●	○	●	●	○	●	∴	∴	∴	●	●	∴	∴	●	∴	∴
T. PINTO PRECOZ (Lr3+LrF)	○	○	○	.	○	○	⊙	.	.	.	.	.	.	○	○	.	.	.	.	.	○	○	○	—	⊖
FRONTANA (Lr F)	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●	○	⊙	⊙	○	○	○	●	●
SINVALOCHO M.A. (Lr 3)	●	●	●	.	●	●	●	.	.	.	.	.	.	●	●	.	.	.	.	.	●	●	●	●	●
TH. ⁶ -CENTENARIO (Lr 1)	.	.	.	●	●	●	●	.	.	.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SONORA 64 (Lr 1 + Lr 7)	.	.	.	●	●	●	●	.	—	.	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●
YAKT.54 x NORIN 10-BREV.	∴	.	—	●	●	●	●	.	—	.	●	●	●	○	●	○	●	●	3	●	●	—	●	○	●
AGENT (Lr 24)	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	●	.	.	.
THATCH ⁶ -TRANSFER KNOTT Nº 2 PRECOZ PARANA INTA } Lr9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

REFERENCIAS: . R ∴ R A MR ○ MR ⊙ MR a MS ⊖ MS ● S — Sin información

CUADRO 5.- ESQUEMA DEL ORIGEN DE LOS TRIGOS "NAINARI 60" Y "NADADORES 63" QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE CULTIVARES "NO TRADICIONALES" ARGENTINOS





CUADRO 6.- ESQUEMA DEL ORIGEN DE LOS CULTIVARES COMERCIALES ARGENTINOS "PRECOZ PARANA INTA", "LA PAZ INTA" Y "TRIGAL 800".

CUADRO 2.- REACCION FINAL PRESENTADA FRENTE A CADA UNO DE LOS CLONES DE P. RECONDITA INDICADOS, POR UN CULTIVAR HIPOTETICO QUE POSEA LOS GENES Lr 1, Lr 3, Lr F y Lr 10

		1605 2908	1608	4206 3298 4515	2883 3395 1839 4485 -S	3956 3471 1888	4488	2982	2841	2902	365	1834 1634	1476	909 4483 -T	3815 3376
C U L T I V A R	Lr 1	.	.	●	●	●	.	.	.	●	●	●	●	●	●
	Lr 3	●	●	.	●	●	.	.	.	.	●	.	.	.	●
	Lr F	○	○	●	○	○	●	●	○	●	○	◐	○	○	●
	Lr 10	:	●	●	:	●	:	●	●	○	○	:	:	●	:
REACCION FINAL		.	.	.	:	○	.	.	.	.	○	.	.	.	:

REFERENCIAS:

. R

● R & MR

○ MR

◐ MS

● S

CUADRO 8.- REACCION DE VARIEDADES DE TRIGO TRADICIONALES FRENTE A 6 CLONES DE PUCCINIA GRAMINIS TRITICI AISLADOS EN LA ARGENTINA.

CLONES VARIEDADES	15	15(63)	15(77)	11 MER		
	(120)	(848)	(3797)	(3357)	(3358)	(3267)
AMERICANO 25 e	○	●	●	○	●	●
AMERICANO 26 n (= K. UNIVERSAL)	●	●	●	●	●	●
AMERICANO 44 d (= K. UNIVERSAL II)	●	●	●	●	●	●
ARDITO SELECCION KLEIN	○	●	●	●	●	—
BARLETA 7 D	●	●	●	○	●	●
PELON 33 c (= KLEIN FAVORITO)	○	●	●	●	●	●
SELECCION KLEIN 49 a	●	●	●	●	●	○
MENTANA ; FRONTANA	○	●	●	○	●	●
38 M.A.(= Barleta 77 x Chino 466)	●	●	●	●	○	○

REFERENCIAS: ○ MR

● MR a MS

● S

— Sin información

CUADRO 9.- CLASES DE REACCION PRESENTADAS, AL ESTADO DE PLANTULA, POR 35 CULTIVARES COMERCIALES ARGENTINOS FRENTE AL CLON N° 4739 DE PUCCINIA GRAMINIS.

REACCION	CULTIVARES
RESISTENTE	KLEIN ATALAYA, BUCK PUCARA.
MODERADAMENTE RESISTENTE	BUCK CIMARRON, BUCK NANDU, BUCK PANGARE, KLEIN TOLEDO, LA PAZ INTA, TRIGAL 800.
MODERADAMENTE RESISTENTE A MODERADAMENTE SUSCEPTIBLE	BALCARCENO INTA, BUCK PATACON, KLEIN CARTUCHO.
MODERADAMENTE SUSCEPTIBLE	COOPERACION BAHIA, DIAMANTE INTA, LAS ROSAS INTA, LEONES INTA, NORKINPAN 70, SAIRA INTA, TUC NORTEÑO.
SUSCEPTIBLE	BORDENAVE PUAN SAG, BUCK CANDISUR, BUCK CENCERRO, BUCK NAMUNCURA, BUCK NAPOSTA, CHAQUENO INTA, CHASICO INTA, KLEIN CHAMACO, MARCOS JUAREZ INTA, NORKIN T-82, LABRADOR INTA, TRIGAL 706, TRIGAL 707, TRIGAL 708, VICTORIA INTA.
SEGREGANTE	BONAERENSE VALVERDE (MR/S) SAN AGUSTIN INTA (S/R)

NUEVAS APROXIMACIONES EN EL MEJORAMIENTO DE RESISTENCIA A ENFERMEDADES

E.A. Favret, H.A. Saione, P.M. Franzone

En los comienzos del mejoramiento genético con relación a la resistencia a las enfermedades, se tenía la idea que la misma era resultado de efectos génicos simples y que sería duradera en condiciones de cultivo. Sin embargo, en la mayoría de los casos las variedades resistentes liberadas pueden sucumbir luego de períodos de tiempo variables, eventualmente breves, a la población patógena.

Esta situación condujo a los fitotecnistas a dudar de la eficacia de la mejora genética para resistencia a los fitopatógenos utilizando oligogenes.

Actualmente es conocido que la población patógena es muy variable. Aún en aquellos casos como en la Argentina, donde para algunos patógenos no se conoce la existencia de reproducción sexual, la frecuencia de aparición de nuevos alelos o genes de virulencia es sustancialmente grande. Con los sistemas empleados actualmente para estudiar el potencial patógeno de las poblaciones parásitas, sólo es posible detectar estos nuevos genes de virulencia una vez que los mismos están difundidos en el cultivo. Sería por lo tanto de interés revisar las actuales concepciones a efectos de poder predecir y medir el cambio de estructura de las poblaciones patógenas, con la suficiente antelación para permitir al fitotecnista modificar oportunamente sus planes de mejoramiento. En la presente contribución se discuten nuevas aproximaciones utilizadas en los últimos años en el Departamento de Genética, Castelar, orientadas al logro de estos objetivos, así como también para evitar la erosión alélica durante el proceso de mejora.

Conceptos actuales sobre reacción a enfermedades.

Varios conceptos han sido utilizados hasta el presente para definir la reacción a enfermedades (Cuadro 1). El concepto de persistencia es el más reciente y está asociado a la duración del efecto de los genes una vez introducidos en un cultivar. En general, existe una tendencia a asociar las alternativas horizontal, tal como la definiera Van der Plank (1968) con no-especificidad, herencia poligénica y efecto durable, como asimismo verticalidad con especificidad herencia oligogenica y no-durabilidad.

Sin embargo, en la actualidad se dispone de suficiente información como para suponer que esto no es completo, ni real, ni suficiente, pudiéndose mencionar otras combinaciones de alternativas. Un ejemplo concreto es el caso del gen ml-o para reacción a Erysiphe graminis en cebada (Favret, 1965; 1971), que confiere resistencia hasta el momento frente a todos los clones conocidos del patógeno. Este caso es considerado como reacción no-específica, siendo el carácter condicionado por un sólo par génico. Por otro lado, la presencia de sistemas poligénicos no ha sido totalmente demostrada y el efecto de persistencia es un valor relativo.

Sería preferible mantener las cuatro acciones mencionadas en la Cuadro 1 como independientes desde que todas ellas pueden contribuir en el trabajo de

mejoramiento realizado a nivel práctico, a pesar de las dudas sobre el valor lógico de sus definiciones.

Cambios en la estructura de la población patógena.

Con los sistemas de determinación de formas patógenas que emplean actualmente los inmunólogos, la frecuencia de genes de virulencia que se pueden detectar en la práctica es muy pequeña. Debido a ellos, las formas poco frecuentes del parásito pasan desapercibidas. Si analizamos por ejemplo 200 muestras por año, tendríamos la probabilidad máxima de detectar un solo alelo de virulencia si el mismo estuviera en la población en una frecuencia promedio por lo menos de 0,005. Esta frecuencia de detección de alelos virulentos es baja considerando la gran variedad de formas que podrían existir en un área dada. Por esta razón, el conocimiento de la aparición de nuevos biotipos del patógeno capaces de atacar variedades o líneas avanzadas resistentes que conduce, llega usualmente tarde al fitotecnista.

En Argentina se han registrado varios casos de cambio de la población patógena a través del tiempo, uno de los cuales se presenta en el Gráfico 1. En el año 1965 algunas variedades de pedigree emparentado producidas en el Criadero Klein, entre ellas Klein Impacto, que habían tenido hasta el momento, en el gran cultivo, buen comportamiento frente a Puccinia recondita var. tritici, mostraron un aumento progresivo del promedio de infección; dos años más tarde este promedio era tan alto como el de las formas susceptibles.

Otra variación importante en la población de P. recondita se observó poco después de la incorporación al cultivo de los denominados "trigos mejicanos". Estos trigos derivados de la variedad Norin 10 revolucionaron a partir de los años 1970 la estructura triguera mundial. En el año 1976, el 40 % del área cultivada de trigo en la Argentina estaba ocupada por estas formas y actualmente se estima que la misma es aproximadamente del 70 %. Este cambio brusco de la población de huésped trajo aparejado consigo, como era de esperar, la alteración de la estructura poblacional del patógeno. Como puede observarse en el Gráfico 2, las variedades Marcos Juárez INTA, Dekalb Lapacho y Leones INTA, que hasta 1975 presentaban elevado nivel de resistencia, pasaron abruptamente a ser susceptibles, y en 1976 mostraron niveles de infección tan altos como el testigo susceptible Klein Toledo. Finalmente puede observarse como la variedad Trigo 800, que poseía un gen para resistencia prácticamente desconocido en nuestros trigos, se convierte en un lapso de dos años de muy resistente a completamente susceptible.

Aproximadamente en la misma época, Gráfico 3, se notó un marcado incremento en los niveles de infección provocados por Septoria tritici, debiéndose el mismo a que las variedades de origen mejicano eran más sensibles al patógeno que las tradicionales (Rodríguez Amieva et al. 1980).

Una situación similar se observó, asimismo, cuando se analizaron los promedios de infección frente a P. glumarum.

Por otro lado, un interesante ejemplo de cambio de estructura en la población de un patógeno está presentado en el Gráfico 4. Como puede observarse, Sinvaloch M.A., una variedad difundida ya en 1940 pero que desde 1956 no se

cultiva y sólo aparece como progenitor de variedades tradicionales, mostró a lo largo de 26 años un buen comportamiento frente a P. recóndita, habiendo mostrado el promedio de infección la tendencia a mantenerse o aún disminuir. Por el contrario, una mutante inducida en Sinvalochó Gama 1R- fue en un comienzo mas resistente, pero a partir de 1975, año en que como vimos anteriormente cambia la población de este patógeno, pasa a ser susceptible. Conviene destacar que en este caso se trata de líneas isogénicas.

La variación en el comportamiento varietal depende, por supuesto, del cambio en la población patógena, pero a su vez, esta motivada por el cambio de la primera. Tales variaciones no son fácilmente previsibles.

Es de interés señalar que como en el caso mencionado de Sinvalochó, las variedades Pergamino Gaboto, El Gaucho, Buck Manantial, Buck Cimarrón, Buck Sudeste, Buck Nandú, Buck Cencerro, Buck Napostá, Buck Namuncurá y Precoz Paraná INTA, constituyen genotipos cuya resistencia a P. recóndita persistió (durabilidad) a través de los años, a pesar de que algunas de esas variedades tienen amplia difusión en los cultivos. En todos los casos mencionados se trata de genes de reacción específica.

El análisis de los ejemplos mencionados permite extraer algunas conclusiones de tipo general.

En primer lugar, puede notarse que cambios súbitos en la estructura de la población patógena ocurren usualmente cuando en el gran cultivo se reemplaza en forma abrupta, en un área considerable, una variedad o grupo de variedades por otro.

Cuanto más grande es el número de genes de reacción reemplazados por genes desconocidos, mayor es el número de patógenos que sufren cambios en su estructura poblacional, como ocurrió en el año 1975, donde el mismo no sólo fue detectado en P. recóndita sino también en P. glumarum y S. tritici.

Por lo tanto, no es aconsejable sustituir bruscamente los genes del huésped, sino por el contrario, introducir los nuevos genes en forma lenta para sumarlos a los ya existentes.

Nuevas aproximaciones para el estudio de las poblaciones patógenas.

Considerando las limitaciones que imponen las actuales técnicas utilizadas para estudiar la evolución de las poblaciones patógenas, es necesario desarrollar nuevas concepciones que permitan al fitotecnista:

- a) Prever los cambios que ocurren en la población del parásito en forma más anticipada que la actual, y
- b) Mantener el conocimiento de la medida en que los genes útiles que estaban en el cruzamiento inicial permanecen en el material que conduce (erosión alélica).

A continuación se proponen algunos métodos dirigidos a obtener información sobre estos importantes aspectos del mejoramiento.

1) Nurseries móviles.

La vida útil de un cultivar con relación a una enfermedad, a la cual es resistente, será función de la persistencia del o de los genes que posee. Para conocer esta última característica, se debe tener la posibilidad de detectar los correspondientes alelos de virulencia, que debieran estar en muy baja frecuencia. Para que el cultivar devenga susceptible, esos alelos deben incrementar su frecuencia.

Además, debe puntualizarse el hecho de que la expresión de una reacción compatible (huésped susceptible) indica que todos los genes correspondientes de virulencia del patógeno deben estar simultáneamente presentes. Por ello puede ocurrir que algunos genes de virulencia pueden permanecer ocultos en el genotipo. Asimismo, si la expresión es de incompatibilidad (huésped resistente), no se conoce el número de genes que intervienen en la reacción.

Un sistema adecuado para detectar alelos de virulencia, cuya frecuencia en la población sea inferior al 5-10 %, es el de las nurseries móviles, que fuera ensayado por primera vez en Israel por Eyal et al. (1973) para el estudio del sistema oidio: cebada y que se realiza en condiciones sumamente simplificadas. En el Departamento de Genética, INTA, Castelar, la nursery se realiza sembrando el huésped en hidroponia según el método de Myhill y Konzak (1967). Las semillas se siembran entre dos hojas de papel secante que se unen por medio de broches. Los "sandwiches" resultantes se colocan en un soporte ranurado de material plástico y todo el conjunto se introduce en un recipiente que contiene agua. En el caso del sistema trigo: Puccinia, las plántulas se dejan crecer en invernáculo hasta el desarrollo de su primera hoja y luego las nurseries son expuestas en el campo durante una noche a los efectos de que reciban el inóculo. Posteriormente, las mismas son trasladadas nuevamente al invernáculo y se las coloca en cámara húmeda durante 24 hs y a los 15 días se analizan los tipos de infección sobre los distintos huéspedes. Estas nurseries son sumamente livianas, por lo que se las puede transportar a grandes distancias sin inconvenientes. Si las nurseries se exponen para el muestreo en áreas alejadas de la que se realizara el análisis, la cámara húmeda se debe realizar durante el viaje para evitar la desecación del inóculo.

Cada nursery esta constituida por un determinado número de huéspedes elegidos de acuerdo al material sobre el que el fitotecnista desea obtener información y se le agrega una variedad que, por experiencia previa, presenta una gran aceptabilidad a la roya en diferentes condiciones de cultivo. Conviene señalar que, aunque no existe manera de saber si un genotipo es susceptible a todos los clones del patógeno (huésped susceptible universal), usualmente se dispone de genotipos que son susceptibles a la mayoría de los presentes en el área a muestrear.

El análisis de las muestras consiste en dos pruebas secuenciales denominadas de frecuencia y de heterogeneidad. Con el primer test se determina la frecuencia original relativa de esporos con genes de virulencia capaces de atacar cada genotipo. Para ello se calcula el promedio del número de pústulas por hoja y se lo compara con aquel de un testigo susceptible (Cuadro 2). Con los esporos cosechados en cada una de las variedades empleadas se realiza la prueba de heterogeneidad, que consiste en inocular con los mismos uno o un grupo de genotipos de la serie usada.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos a partir de 20 muestras tomadas en tres fechas en el campo experimental de Castelar, Gama 1R es una mutante inducida en Sinvalochó cuyo locus A_1 es el resultado de una transposición a otro cromosoma del gen A_0 llevado por la línea madre. La línea Gama Precoz posee ambos genes. Purplestraw, utilizado como testigo, es una variedad que se comporta en nuestra zona cerealera como muy susceptible frente a la población de P. recóndita. La prueba de frecuencia indica el comportamiento de los huéspedes frente a la población patógena. Los datos muestran que Gama Precoz, que posee ambos genes, presenta menos frecuencia de pústulas que Gama 1R y la línea madre. La diferencia se analizó por medio de la prueba del signo comparando los resultados obtenidos en Gama Precoz con respecto a Sinvalochó y/o Gama 1R, dentro de los sucesivos muestreos, resultando altamente significativa ($P < 0,004$).

El muestreo sucesivo de un área permite seguir con facilidad las fluctuaciones de las frecuencias relativas de los genes de virulencia a través del tiempo.

En el Cuadro 4 se presenta un test de heterogeneidad que incluye la variedad tradicional Klein Impacto y la variedad Surgentes INTA con germoplasma no tradicional de origen mejicano. Los datos corresponden a porcentajes de infección promedio de ocho infecciones artificiales. Solamente un 22 % de los esporos colectados sobre Surgentes INTA son virulentos sobre Klein Impacto únicamente un 15 % son virulentos sobre Surgentes INTA. En ambos casos, la escasez de pústulas es significativa ($P < 0,01$).

La línea punteada señala una reacción cruzada, indicadora de reacción específica (Favret, 1971), a nivel de frecuencia. Estos resultados indican que las formas virulentas sobre Surgentes INTA y no-virulentas sobre Klein Impacto, están asociadas negativamente con aquellas virulentas sobre Klein Impacto y no virulentas sobre Surgentes INTA. Por lo tanto, se puede predecir con bastante certeza que cualquier cambio favoreciendo a los clones patógenos virulentos sobre Surgentes INTA provocará la disminución de formas que atacan a Klein Impacto.

De lo expuesto surge claramente que a través de la utilización de un método simple como es el de las nurseries móviles, se puede obtener la información correspondiente para calificar y cuantificar a la población del patógeno.

2) Familias segregantes.

Otro método, que por su simplicidad puede ser utilizado por el mejorador en aquellas áreas donde existe infección natural del patógeno, es el empleo de familias segregantes de los cruzamientos que conduce en su programa.

El sistema consiste en analizar frente al patógeno, a lo largo del proceso de mejora, la descendencia de plantas F_2 del cruzamiento elegido, y compararla con las subsiguientes generaciones a través de los años necesarios para realizar el mejoramiento.

Así, considerando que una planta F_2 puede proveer 200 semillas sería posible, usando 40 semillas por año, comparar hasta la generación F_8 . Estas semillas

pueden sembrarse a campo o en nurseries móviles, en una o dos épocas de siembra y de esta manera controlar las posibles variaciones de la población patógena.

Cualquiera sea el número de genes resistentes iniciales en ambos padres, la aparición de alelos de virulencia para aquellos, será de inmediato observado en las progenies F₂ segregantes, o bien constatar su pérdida durante el proceso de selección del huésped.

Es un hecho frecuente que cuando se desea transmitir más de un par génico de resistencia, es posible la pérdida de uno de ellos por la deriva génica provocada por índices de selección elevados, lo que trae como consecuencia que las líneas avanzadas o las nuevas variedades posean una vida útil menor que la que cabría esperar de la variedad padre resistente. Ejemplos de esa naturaleza se tienen en el caso de la variedad de lino Alcorta INTA (Antonelli, 1983) y las variedades de cebada Magnif 102, 104 y 132 (Antonelli et al. 1976). Es posible, por consiguiente, que el mismo fitotecnista se mantenga informado de la evolución de la población patógena de su área, estudiando el comportamiento de los genes de resistencia incluidos en las variedades padres, mediante el empleo de las familias segregantes.

3) Condición homocigota o heterocigota del patógeno.

El cambio de dominancia a recesividad de la interacción específica en aquellos sistemas donde el patógeno involucrado es diploide o dicariótico, podría proveer información con respecto a la posible aparición de nuevos biotipos del parásito.

Samborsky (1963) analizando un gen de la variedad de trigo Transfer frente a P. recondita, encontró que cuando éste estaba en condición heterocigota, se comportaba como dominante o recesivo dependiendo, respectivamente, de la condición homocigota o heterocigota del alelo correspondiente no-virulento del patógeno.

Nuestros propios resultados obtenidos a través del empleo de líneas isogénicas en el trigo y P. recondita (Franzone y Favret, 1982; Suarez y Favret, 1984), demostraron que un gen en el huésped se expresará como dominante o recesivo, según la constitución genética del patógeno. Este hecho confirma, tal cual lo señalaron Watson y Luig, 1968; Watson, 1970) que el incremento de alelos de virulencia puede proceder en una forma escalonada.

En consecuencia, la reacción de formas heterocigotas del huésped permitiría determinar el incremento de la frecuencia de los alelos correspondientes de virulencia.

Comentario final.

Los nuevos métodos de la inmunología vegetal propuestos en los últimos años, como los de Wolfe y Schwarzbach (1975) o los nuestros, presentados sumariamente en este trabajo, tienden a estudiar la dinámica de las poblaciones patógenas para tratar de predecir el sentido de su evolución. Podría así el fitotecnista pronosticar con mayor información el valor potencial de sus logros en el campo de la resistencia genética a las enfermedades en las plantas cultivadas.

LEYENDAS

- GRAFICO 1. Reacción a campo frente a Puccinia recondita de la variedad Klein Impacto y un control (promedio de las cuatro variedades más susceptible), observándose el drástico incremento de los alelos de virulencia correspondientes. Datos del E.T.R.E. 1953-73.
- GRAFICO 2. Reacción a campo frente a Puccinia recondita de cuatro variedades con germoplasma no tradicional de origen mejicano y el testigo susceptible Klein Toledo, observándose el drástico incremento de los alelos de virulencia correspondientes. Datos del E.T.R.E. 1970-82.
- GRAFICO 3. Variedades agrupadas en orden creciente de acuerdo a su susceptibilidad a Septoria tritici, indicando su origen tradicional o mejicano. Datos del E.T.R.E. 1979.
- GRAFICO 4. Evolución de la reacción a campo frente a Puccinia recondita de la variedad Sinvaloch M.A. y su mutante inducida, Gama 1R, para reacción a roya, a lo largo de 26 años; observándose las tendencias opuestas en cuanto a la frecuencia de los correspondientes alelos de virulencia. Datos del E.T.R.E. 1957-82.
- CUADRO 1. Diferentes alternativas para los conceptos referidos a la relación hospedante: patógeno. No existe necesariamente correlación entre las alternativas a lo largo de las filas.
- CUADRO 2. Esquema de las frecuencias originales de campo, registradas en número de pústulas relativas a un control (Test de frecuencia), y la frecuencia resultante de la infección artificial de una nueva serie con el inóculo proveniente de los huéspedes de la primera (Test de heterogeneidad), indicando los dos pasos secuenciales sugeridos por nuestro método.
- CUADRO 3. Test de frecuencia: número de pústulas de Puccinia recondita observadas en infecciones naturales en líneas isogénicas de trigo al estado de plántula, a través de tres ensayos realizados en distintas fechas. Campo experimental Castelar, año 1980.
- CUADRO 4. Test de heterogeneidad: porcentaje de pústulas de Puccinia recondita: promedio de ocho infecciones artificiales. Las flechas indican la presencia de una reacción cruzada entre dos variedades en función del origen del inóculo.

GRAFICO 1

Promedio de
Infección (%)

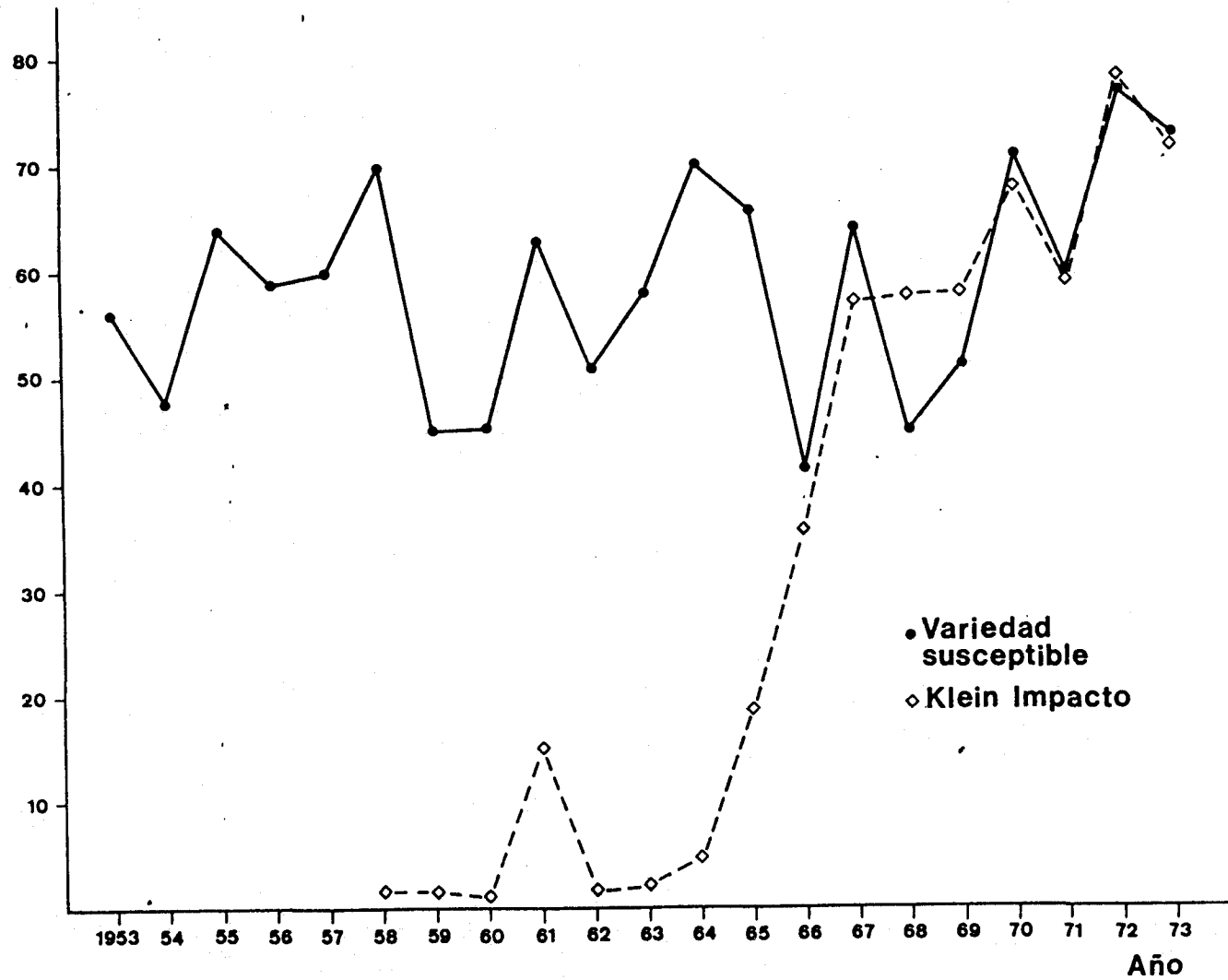


GRAFICO 2

Promedio de
Infección (%)

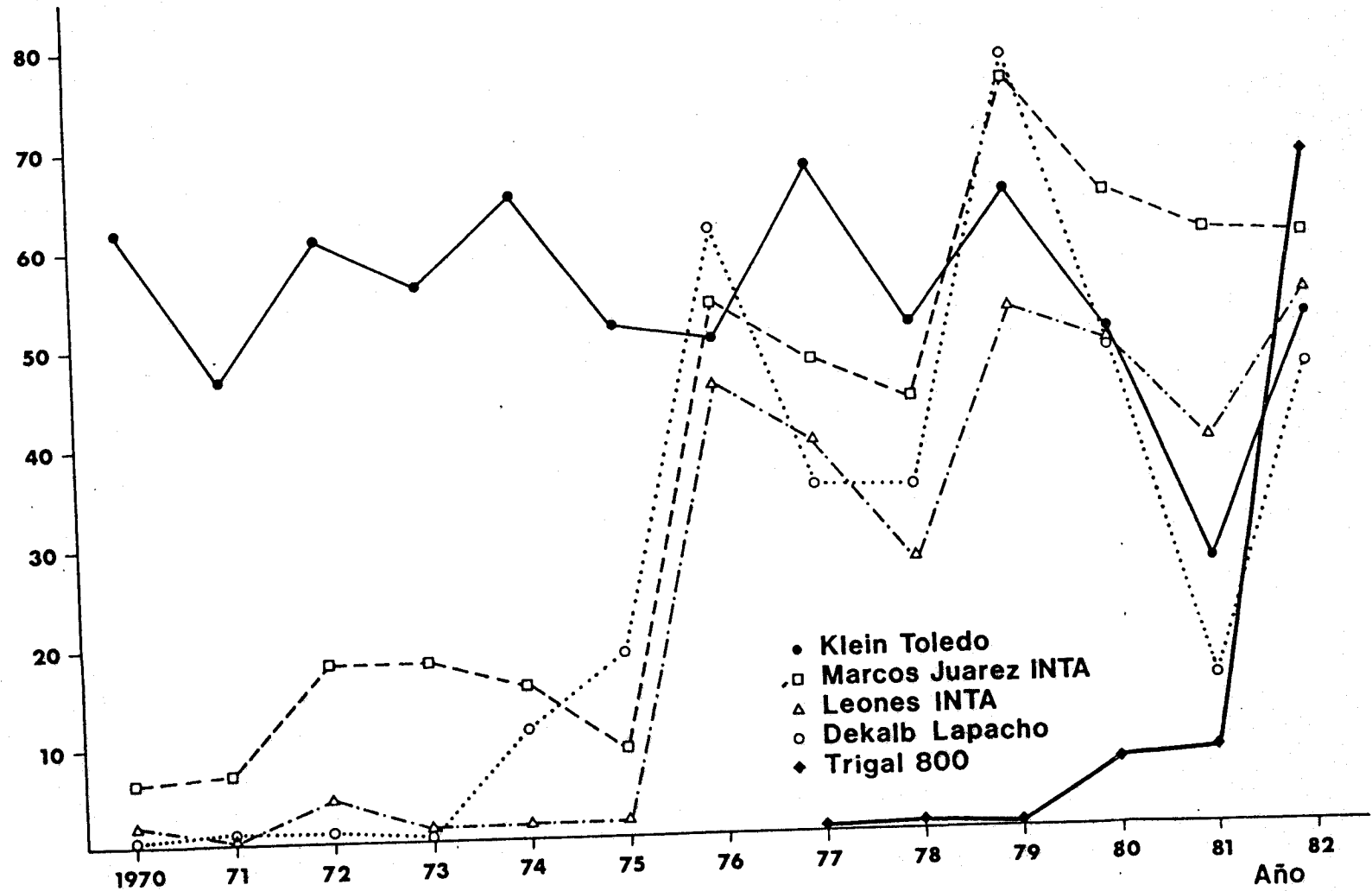


GRAFICO 3: VARIEDADES AGRUPADAS EN ORDEN CRECIENTE DE ACUERDO A SU SENSIBILIDAD A Septoria, INDICANDO SU ORIGEN TRADICIONAL O MEJICANO. DATOS DEL E.T.R.E. 1979.

10741377-2
10 40 1979.07

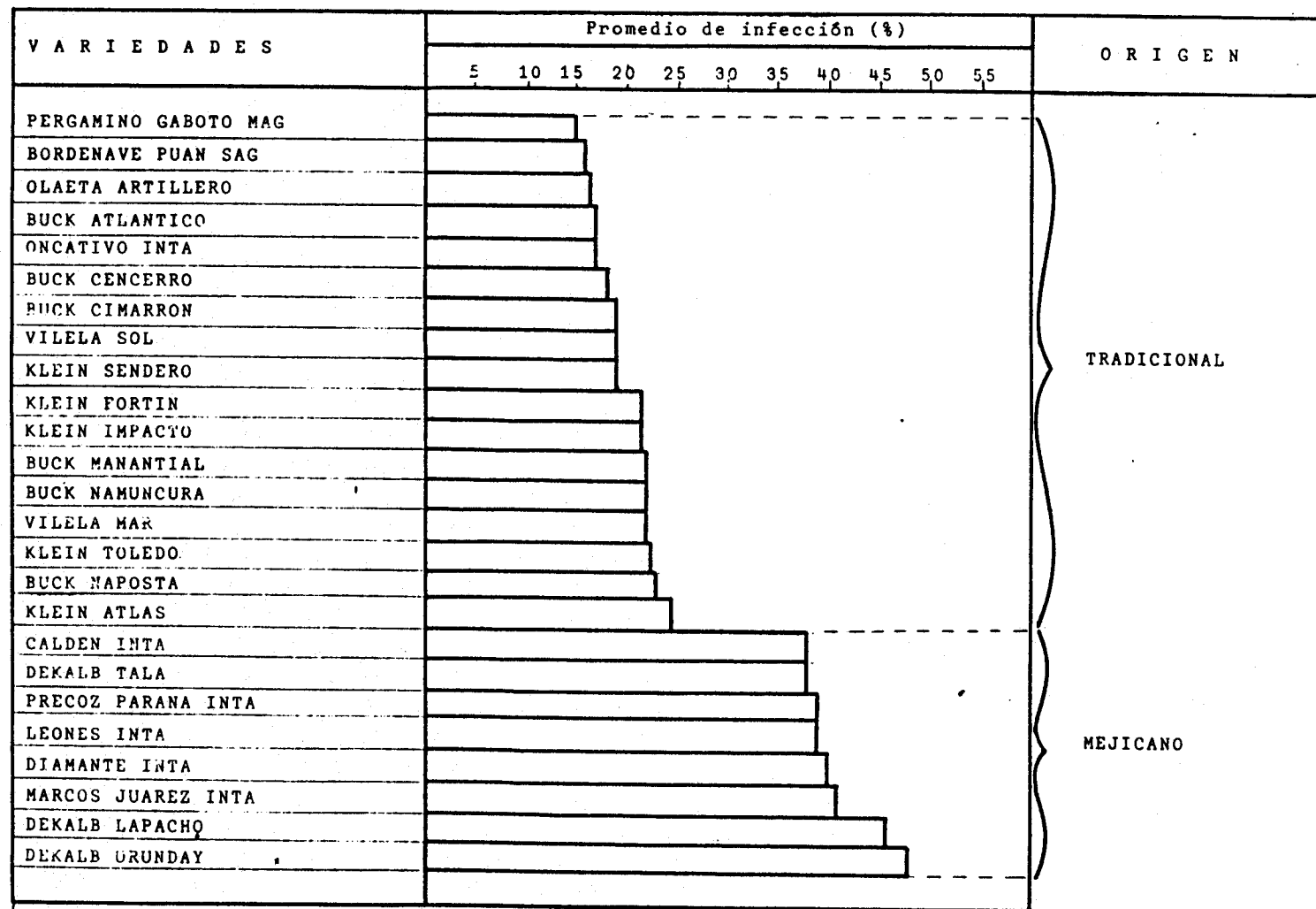
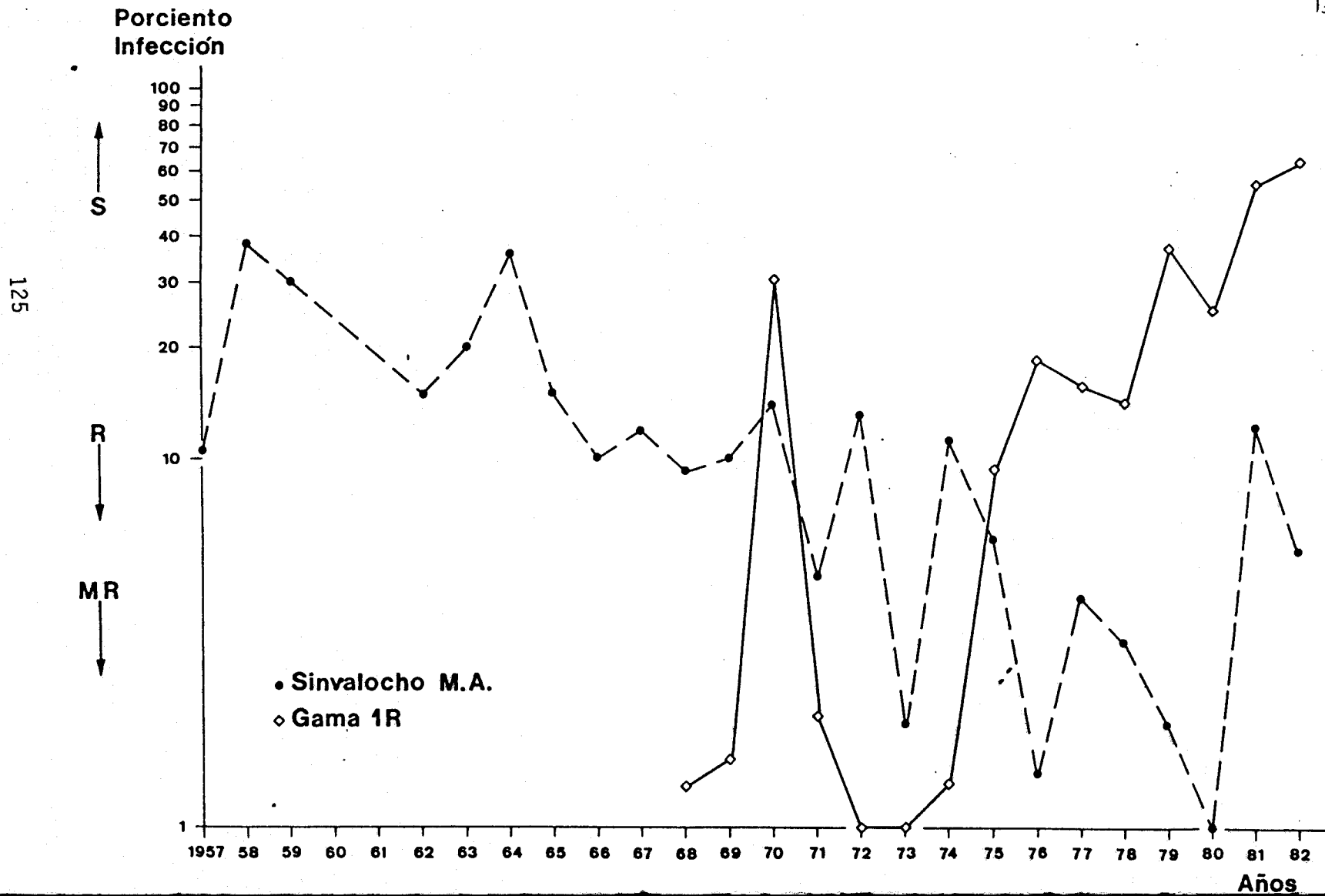


GRAFICO 4



CONCEPTO ALTERNATIVA	EPIDEMIOLOGICO	FISIOGENETICO	GENETICO	PERSISTENCIA
A	HORIZONTAL	NO-ESPECIFICO	POLIGENICO	DURABLE
1-A	VERTICAL	ESPECIFICO	OLIGOGENICO	NO- DURABLE

CUADRO 1.-

CUADRO 2

Test de frecuencia

Test de heterogeneidad

Frecuencia original (% de pústulas)

A	40
B	5
C	0
D	50
E	100
F	10
G	10
H	60

Población 1

A	_____
B	_____
C	_____
D	_____
E	_____
F	_____
G	_____
H	_____

A	_____
B	_____
C	_____
D	_____
E	_____
F	_____
:	_____
:	_____

A	_____
B	_____
C	_____
:	_____
:	_____
:	_____
:	_____
:	_____

CUADRO 3

TEST DE FRECUENCIA***Datos de plántulas a campo. Número de pústulas.***

FECHAS	PURPLESTRAW	LINEAS ISOGENICAS		
		SINVALOCHO M.A.	GAMA 1 R	GAMA PRECOZ
	- -	A_0 -	- A_1	A_0 A_1
13-11-80 n=4	349	32	28	5
16-11-80 n=4	224	27	36	2
20-11-80 n=12	3872	585	1061	202
%	100	14	25	5

CUADRO 4

TEST DE HETEROGENEIDAD			
Hospedantes Origen del inóculo	Purplestraw	Surgentes INTA	Klein Impacto
Purplestraw	100	35	21
Surgentes INTA	100	100	22
Klein Impacto	100	15	100

BIBLIOGRAFIA

- ANTONELLI E.F. 1983. Un caso de erosión génica: susceptibilidad del cultivar de lino oleaginoso Alcorta INTA a la roya del lino (Melampsora lini). Comunicación presentada en el XIVº Congreso de la Sociedad Argentina de Genética. San Luis.
- ANTONELLI E.F., FRECHA, J.H. y MUJICA F.L. 1976. Presencia en la Argentina de una raza de Puccinia hordei virulenta sobre el gene Pa 5. Bol. Genet.Inst.Fitotec.Castelar, Nº9: 15-20.
- EYAL Z.; YURMAN Ruth; MOSEMAN J.G. and WAHL I. 1973. Use of mobile nurseries in pathogenicity studies of Erysiphe graminis hordei on Hordeum spontaneum. Phytopathology 63: 1330-1334.
- FAVRET E.A. 1965. "Induced mutations in breeding for disease resistance". The Use of induced mutations in plant breeding. FAO/IAEA Techn. Meeting, Rome (1964). Pergamon Press, Oxford: 521-36.
- FAVRET E.A. 1971. The host-pathogen system and its genetic relationships. In Barley Genetics II. Proceed. 2nd Intern.Barley Gen.Symp. (R.A. Nilan, ed.) Pullman, Washington State Univ. Press, 457-471.
- FAVRET E.A. 1971. "Different categories of mutations for disease reaction in the host organism". Mutation breeding for disease resistance. IAEA, Vienna, 107-116.
- FRANZONE P.M. and FAVRET E.A. 1982. Mutations for pathogenicity in wheat leaf rust Puccinia recondita var. tritici induced by ethyl-methane sulphonate. Phytopath. Z., 104: 289-298.
- MYHILL R.R. and KONZAK C.F. 1967. A new technique for culturing and measuring barley seedlings. Crop Sci. 7, 275-276.
- RODRIGUEZ AMIEVA P.J.; MUJICA F.L., FRECHA J.H. y ANTONELLI E.F. 1980. Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades en trigo, avena, cebada, centeno y lino en la región cerealera argentina en 1979. Boletín Informativo Nº39, Departamento de Genética, Castelar.
- SAMBROSKY D.J. 1963. A mutation in Puccinia recondita Rob.ex Desm.f.sp. tritici to virulence on Transfer, Chinese Spring x Aegilops umbellulata Zhuk.Can.J.Bot. 41: 475-479.
- SUAREZ E.Y. and FAVRET E.A. 1984. Reaction of leaf rust of a "sinvalocho" wheat gene in hemizygous condition. (En prensa).
- VAN DER PLANK I.E. 1968. Disease resistance in plants. 206 pp. New York and London, Academic Press.
- WATSON I.A. 1970. Changes in virulence and population shifts in plant pathogens. Ann. Rev. Phytopath. 8, 209-230.
- WATSON I.A. and LUIG N.H. 1968. Progressive increase in virulence in Puccinia graminis f.sp. tritici. Phytopathology 58, 70-73.
- WOLFE M.S. and SCHWARZBACH E. 1975. The use of virulence analysis in cereal mildews. Phytopathologische Zeitschrift. 82: 297-307.

H. Arriaga

1.- Control de insectos- generalidades

Los sistemas modernos de protección de los cultivos se basan en el control integrado, el que, con un firme fundamento ecológico, compatibiliza una amplia gama de recursos técnicos. Ello permite un manejo adecuado de las plagas, que tiende a mantener la población a niveles inferiores a los que causan daños económicos. El objetivo del control integrado es obtener óptimo rendimiento y calidad en el cultivo al menor costo posible, teniendo en cuenta las exigencias del sistema agroecológico y la preservación del ambientes a largo plazo. Dentro de este tipo de control, la resistencia genética se considera fundamental porque provee la manera ideal para disminuir o anular el daño causado por los insectos. El uso de variedades resistentes no implica mayores costos; solo puede provocar una ligera alteración del equilibrio entre la plaga y sus enemigos naturales. Asimismo, reduce o hace innecesaria la aplicación de productos químicos que contaminan el ambiente y perjudican a los insectos útiles. Por otra parte, es compatible con otros métodos de control como los biológicos, culturales, químicos, etc, aumentando su eficiencia.

1-2.- Control genético

La resistencia genética a insectos es un tema conocido desde hace más de 1 1/2 siglos (Lindley, 1831, Eriosoma lanigerum Hausm, en manzano). Adquirió mayor notoriedad en la segunda mitad del siglo XIX, en Francia, con la resistencia del pie americano a la filoxera de la vid (Dactylophaera viti-folii Fitch). Si bien otros problemas agrícolas insectíles importantes fueron solucionados en base a resistencia genética, los trabajos no alcanzaron la cantidad, trascendencia, ni profundidad de los referidos a enfermedades criptogámicas. Varios fueron los factores que determinaron esta limitación, y entre ellos, el más importante, fue el auge de los insecticidas. Sin embargo, a partir de la segunda mitad de este siglo, un número cada vez mayor de investigadores se dedicó al estudio de la resistencia genética, lo que ha determinado que la lista de cultivares resistentes y el número de especies de insectos comprendido se hayan incrementado notablemente.

Existen una serie de factores fisiogénicos que regulan la relación planta-insecto, cuya acción puede ser modificada por otros (ambientales, culturales etc), que pueden alterar esa interacción. En general, la mayoría de los investigadores sigue los lineamientos de Painter (1951), en cuanto a la clasificación de los mecanismos de resistencia. La tolerancia, la no preferencia, o la antibiosis pueden manifestarse con mayor o menor intensidad con relación a una o mas plagas. Pero en todos los casos resultan útiles para ser consideradas en un plan de control integrado. De estos mecanismos, que no alcanzan a comprender todas las posibilidades en la relación planta-insecto, con el que más se ha trabajado es con la tolerancia. Se la puede definir como la capacidad de la planta de neutralizar, anular, disminuir o reparar el daño ocasionado por el insecto, con la menor alteración en el

desarrollo y, en especial, en la calidad y rendimiento del producto obtenido. Es el de mayor interés e importancia, pero el más influenciado por el ambiente, vigor y estado de desarrollo de la planta y densidad de cultivo. También influyen el tamaño y estadio del insecto y la intensidad del ataque. Pero aún supeditado a tantos factores, resulta el más conveniente. Permite un equilibrio natural entre hospedante e insecto y resulta comparable al concepto de resistencia horizontal en enfermedades criptogámicas. Por lo general, se manifiesta combinado con alguno de los otros mecanismos de resistencia (antibiosis, no preferencia). Es, sin duda, el más factible de utilizar en planes fitotécnicos por que permite el estudio de un mayor número de progenies segregantes, con una relativamente fácil identificación a campo en infestaciones naturales, de los genotipos que lo poseen. Es con este mecanismo con el que más se ha trabajado con pulgón verde en la Cátedra. Las variedades obtenidas y las líneas que se están conduciendo en trigo, avena y cebada se han seleccionado en base a resistencia por tolerancia en ensayos específicos.

La no preferencia esta relacionada con características de las plantas que producen indiferencia o repulsión en el insecto. En este sentido, según Beck, 1965, existe una cadena de estímulos positivos en el hospedante, que se debe cumplir para que se provoque una cadena de respuestas positivas en el huésped. Los estímulos, pueden ser químicos, físicos o mecánicos. Deben ser en primer lugar, atrayentes, para permitirle al insecto localizar a la planta. Debe haber en ella, además, elementos incitantes, para que el insecto comience a alimentarse y fago estimulantes para que lo siga haciendo. Además, la planta debe contener los principios nutritivos esenciales que permitan el desarrollo y cumplimiento del ciclo del insecto. La presencia en la planta de estímulos negativos (repelente- supresor- disuasivo- no nutritivo), o su capacidad genética para generarlos, determinan que se altere la relación planta- insecto en cualquier eslabón de la cadena y se constituya así un resistente por no preferencia. Los ensayos para determinar no preferencia son relativamente simples, pero no se prestan para probar un número elevado de líneas en planes de mejoramiento. Puede ser detectada en condiciones naturales, pero es fácil confundirla con pseudo-resistencia.

La antibiosis es un mecanismo interesante que se manifiesta por alteraciones fisiológicas que sufre el insecto que modifican su ciclo, reducen su tamaño y fecundidad, llegando hasta la muerte. Ello se debe a la presencia, en la planta hospedadora, de sustancias con efecto deletéreo a la ausencia de otras vitales para el desarrollo del huésped. Este mecanismo es difícil de apreciar en condiciones naturales y los ensayos para su determinación son complicados, permitiendo probar sólo un número reducido de líneas y/o cultivares.

En su máxima expresión, la muerte del insecto, podría asemejarse a la resistencia vertical en enfermedades criptogámicas. La agresividad hacia el parásito determina, por lo general, la aparición de nuevas formas (biotipos) capaces de adaptarse a la nueva situación. Esto ya ocurrió en las Grandas Planicies, en E.E.U.U., con la difusión de variedades de trigo resistentes a la mosca de Hesse, Mayetiola destructor (Say.)

2.- Insectos que atacan el trigo en Argentina

A los efectos de una ubicación general del problema de los insectos en trigo en el país, se incluye una nómina de los que han sido citados causando daño. Cuadro Nº 1. La mayoría de ellos tiene poca incidencia económica y su efecto perjudicial ha sido esporádico o muy localizado. En general se puede decir que como cultivo, el trigo en el país presenta un panorama auspicioso con relación a las plagas animales, mereciendo excepción a esa generalidad únicamente algunos pulgones (Homópteros). Del resto de los insectos mencionados, tal vez la oruga militar (Pseudaletia unipuncta, Laphygma frugiperda) y la de la espiga (Faronta albilinea), como así también los insectos del suelo, se registren con mayor frecuencia. Sin embargo, los perjuicios estimados, salvo muy raras excepciones, se han considerado inferiores a los umbrales de daño económico en el cultivo. El gorgojo picudo (Hipperodes bonariensis) se ha presentado con cierta frecuencia en la Subregión ecológica V S y en suelos preferentemente arenosos de la región triguera. Por su daño en el cuello y macollas de las plantas, deberá prestarsele atención en el futuro (Parisi, 1983, comunicación personal).

2.1.- Homópteros

En el país, por la frecuencia e importancia de sus ataques, los pulgones resultan la plaga económicamente más representativa. Por sus efectos perjudiciales se destacan el "pulgón amarillo", "el pulgón de la espiga" y especialmente el "pulgón verde", plaga endémica en la región cerealista argentina, desde hace medio siglo.

El pulgón amarillo fue detectado sobre trigo en Argentina, en 1968. De acuerdo con Torres y colaboradores (1978), su presencia fue permanente hasta 1976, provocando daños de importancia. Además de ser transmisor de virus, causó disminución de altura de plantas, de espigas por m² y de granos por espiga. Por ello hubo una importante reducción del rendimiento, que en ensayos conducidos en Pergamino, con una población promedio de 75 pulgones por hoja al comienzo de floración, llegó hasta el 30%. Lecuona y Frutos (1983), en la E.E.R.A. Inta de Pergamino, en condiciones semicontroladas, probaron el comportamiento de 4 cultivares con germoplasma mexicano. Encontraron que mientras Marcos Juárez Inta, Victoria Inta y Buck Pangaré, sufrieron mermas de rendimiento de hasta el 30% en K. Chamaco esa reducción fue sólo del 1,17 %, destacando la tolerancia a pulgón amarillo de ese cultivar. En los últimos años, los registros de poblaciones en el gran cultivo no han sido de importancia. Pero existe un peligro potencial derivado de su difusión en otros países del Cono Sur. En Brasil, Caetano (1972, 1972) hace referencia a pérdidas de rendimiento de hasta el 54 y 92 % por efecto del pulgón y del virus. En Chile, Caballero (1972), cita una incidencia de hasta el 46 % de reducción del rendimiento.

En el país, la incidencia del pulgón de la espiga Sitobion avenae, ha disminuido en los últimos años. Pero debe tenerse en cuenta, también, como una plaga potencial del trigo, por su presencia en otros países del Cono Sur. E. Zuniga Salinas (1975), lo destaca como el más importante en Chile. Esta plaga es considerada por Van Marrewijk y col. (1980) como el más importante pulgón de trigo en los Países Bajos, citando también la presencia de Metopolophium dirhodum y Rhopalosiphum maidis. No se tiene conocimiento de estudios sobre comportamiento diferencial de cultivares en el país.

Cuadro Nº I

<u>Orden</u>	<u>Familia</u>	<u>Especie</u>
Homóptera	Aphididae	* <u>Schizaphis graminum</u> (Rond) Blanchard (pulgon verde)
"	"	* <u>Metopolophium dirhodum</u> (Walker) (pulgon amarillo)
"	"	* <u>Sitobion avenae</u> (Fabricius) (pulgon de la espiga)
"	"	** <u>Rhopalosiphum maidis</u> (Fitch) (pulgon del maíz)
"	"	** <u>Rhopalosiphum padi</u> (L) (pulgon de la avena)
"	"	** <u>Rhopalosiphum rufiabdominalis</u> (Sasaki) (pulgon de la raíz)
Lepidóptera	Noctuidae	** <u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw) (oruga militar verdadera)
"	"	** <u>Faronta albilinea</u> (Hbn) (isoca desgranadora)
"	"	** <u>Laphygma frugiperda</u> (L y A) (oruga militar tardia)
"	"	*** <u>Diatraea saccharalis</u> (F)
Coleópteros	Escarabeidae	** <u>Diloboderus abderus</u> (Sturm)
"	"	** <u>Demodema bonariensis</u> Bruch
"	"	** <u>Cyclocephala</u> sp.
"	"	** <u>Cyclocephala putrida</u> Burm
"	Curculionidae	*** <u>Prosalidius rufus</u> Hust
"	"	*** <u>Hipperodes</u> sp.
Himenópteros	Formicidae	*** <u>Acromyrmex lundi</u> (Guer)
Ácaros		*** <u>Pentaleus major</u> (Duges, 1834)

*Plaga importante

**Plaga secundaria

***Plaga ocasional

Cuadro Nº 2
Cultivares diferenciales

Genotipo	Especie	Resistentes	Susceptibles	Autores
A	Trigo	Dick. Sel. 28A C.I.9058		Wood, 1961
	Centeno	Insave F.A. Caribou		Wood, 1971
	Cebada	Dicktoo		Starks y Burton, 1977
	Avena	C.I.1579 C.I.1580		
	Sorgo	Piper I.S.809		
B	Trigo	Amigo C.I.9058/7Bison	Dick. Sel. 28A C.I.9058	Wood, 1961 Harvey y Hackerot, 1969
	Centeno	Insave F.A. Caribou		Wood y Starks, 1972
	Cebada	Dicktoo		Teetes y col, 1974
	Avena	C.I.4888 C.I.1579 C.I.1580		Starks y Burton, 1977
	Sorgo	Piper I.S.809	R.S.610	Wilson y col, 1978
C	Trigo	Amigo T. tauschii (var.strangulata) (var.typica)	Dick. Sel. 28A C.I.9058/7Bison	Harvey y Hackerot, 1969
	Centeno	Insave F.A.	Caribou	Teetes y col, 1974
	Cebada	Dictoo Will		Wood y col, 1974
	Avena	P.I.186270 C.I.1579 C.I.1580		Daniels, 1978
	Sorgo	I.S.809 P.I.264453 K.S.30 TX 2752 TX 2783	Piper R.S.610 TX 430 TX 2536	Harvey y col, 1980
				Porter y col, 1980
				Peterson, 1983
	Triticale	Gaucha		
D	Resistente al Disalfoton			Teetes y col, 1975
E	Trigo	LangdonDurum/ T.tauschii	Amigo Dic. Sel. 28A	Porter y col, 1980 Daniels y Chedester, 1981
	Centeno	Insave F.A.		Starks, 1981 Salto, 1982 Peterson, 1983
	Cebada	Akyurek 100 - Will		
	Avena	P.I.186270		
	Sorgo	P.I.220248 Capbam	TX 430 TX 2752	
	Triticale		Gaucha	

2.1.1.- Pulgón verde

El pulgón verde se conoce como plaga en el país, desde hace 50 años. Se destacan, por su importancia, las invasiones producidas en los años 1937, 1946, 1951, 1962, 1966. En los últimos años, las zonas de mayor frecuencia e intensidad de ataque en el país se han modificado. Actualmente, el área de mayor incidencia corresponde a las subregiones I; II N; II S; y V N, mientras que en la tradicional V S, tiene menor magnitud. Los daños principales se presentan en sorgo granífero (Sorghum bicolor Moench) y en las siembras tempranas de cereales finos destinados preferentemente a pastoreo. También dificulta la instalación de pasturas por atacar a la mayoría de las gramíneas forrajeras que entran en la composición de las mezclas mas usadas. Es conocido como plaga importante de los cereales en la mayoría de los principales países cerealistas del mundo. En E.E.U.U. afecta los cultivos de sorgo granífero y cereales finos y se han diferenciado cinco biotipos. En el cuadro Nº 2 se resumen los biotipos y cultivares diferenciales. En nuestro país aún no se han caracterizado los biotipos existentes, si bien Salto (1976), diferenció dos en Tres Arroyos (cuadro Nº 3). No es fácil su caracterización porque modificaciones en las condiciones ambientales en las que se trabaja, pueden determinar cambios en la relación planta-insecto. En E.E.U.U., el más importante sería el C, aunque la presencia del E ha sido detectada últimamente en Texas. En nuestro país, el más difundido es el biotipo claro, que correspondería al caracterizado por Salto (o.c.), 1976.

Cuadro Nº 3

Biotipo	Mec.	Cultivares diferenciales			Autor
		Especie	Resistente	Susceptible	
oscuro 1975	T	Trigo	Dick. Sel. 28A		
		Centeno		Insave F.A.	Salto, 1976
		Cebada	B.661		
claro 1976	T	Trigo		Dick. Sel. 28A	
		Centeno	Insave FA		Salto, 1977
		Cebada	B.661		

En la Cátedra se estan realizando estudios morfológicos. De la comparación de la población verde oscuro proveniente de Barrow y verde claro de Rafaela, han surgido algunas diferencias principalmente en tamaño y peso, cuya magnitud esta siendo evaluada. Considerando específicamente las fuentes genéticas de resistencia al pulgón verde en trigo, se han resumido en el cuadro Nº 4 las detectadas para los distintos biotipos. En la Cátedra se dispone de material al que por cruzamiento se le ha incorporado el gen gb de Dickinson Sel 28 A, resistente al biotipo A. En ensayos de tolerancia con pulgón verde claro, criado sobre cebada, algunas de estas líneas mostraron mayor resistencia que Triticale Gaucho y Amigo (gen Rpv de Insave F.A.), los que también superaron a los testigos susceptibles. Las líneas, además,

Cuadro Nº 4

Fuentes de Resistencia

<u>Especie</u>	<u>Cultivar</u>	<u>Gen</u>	<u>Biotipo</u>	<u>Mecanismo</u>	<u>Autores</u>
<u>Secale</u>	Insave FA	Rpv.	Argentino	T	Arriaga, 1956
<u>Cereale</u>			B-C		Arriaga y Re, 1963
			arg.1976	T	Salto, 1976
			E	T	Porter y col, 1980
			C	T-A	Wood y col, 1974
	Caribou		B	T-NP	Harvey y Hackerott, 1969
<u>Triticum</u>	C.I.9058/7				
<u>aestivum</u>	Bison		B	T-NP	Harvey y Hackerott, 1969
	C.I.9058	gb gb	A	T-A	Curtis y col, 1960
	Dick. Sel 28A	gb gb	arg.1975	T	Salto, 1976
			arg.	T	Arriaga, 1963
			A	T-A	Curtis y col, 1960
	Amigo	Rpv.	C	T	Harvey y col, 1980
<u>Aegilotriticum</u>	Langdom				
	durum/T.				
	tauschii		E	T	Porter y col, 1980
			C		Joppa y col, 1980
<u>Aegilops</u>					
<u>bicornis</u>			arg.	T	Arriaga, 1963
<u>A. crassa</u>					
<u>A. cylindrica</u>					
<u>T. tauschii</u>	var.				
	strangulata				
	var.				
	typica		C	T-A	Harvey y col, 1980
<u>Triticale</u>	Gaucho	Rpv.	C	T-A	Wood y col, 1974

tuvieron mejor comportamiento en vigor y defensa que Dickinson Sel 28 A (Arriaga y col, 1982). Cuadro Nº 5. Agrupando los tratamientos de los ensayos considerados según la fuente genética de resistencia y aplicando el test de Scheffe, se encontraron diferencias altamente significativas en favor de gb para clorosis, vigor y defensa. Cuadro Nº 6. En ensayos conducidos con poblaciones de pulgón de distinta procedencia, los resultados demostraron que el carácter de resistencia aportado por el gen Rpv de Insave F.A, es afectado en su expresión, tanto en tolerancia como en no preferencia, por el genotipo A B D de Triticum aestivum, en mayor escala cuando se lo separa del genotipo R de centeno. Cuadro Nº 7. En esta última etapa de los trabajos, se ha buscado reunir, en nuevas líneas de trigo, ambas fuentes de resistencia. En ensayos de tolerancia, progenies derivadas del cruzamiento entre líneas resistentes (gb) y Amigo (Rpv), han mostrado un comportamiento superior a ambos padres. Ello permite suponer que se ha logrado el objetivo propuesto. La alta tolerancia de estas líneas ha sido comprobada también, en ensayos conducidos en la E.E.R.A. INTA de Rafaela, por Salto, como lo demuestran los datos que se acompañan. Cuadro Nº 8. Se ha detectado también, resistencia en algunas líneas de trigopyro, procedentes del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina. Progenies derivadas de cruzamientos de esas líneas con material seleccionado de la Cátedra con resistencia (gb) han superado también en tolerancia, a las líneas originales.

En los últimos ensayos se ha dado mucha importancia a otros efectos del pulgón verde además de la clorosis en hojas. En trabajos realizados en la Cátedra con condiciones controladas, se comprobó que, en cebada Bordenave Ranquelina MAG (susceptible), a partir del tercer día de ataque se producía una inhibición del crecimiento altamente significativa con relación al testigo sin pulgón. Esa inhibición se manifestaba en aquellas estructuras que se encontraban en estadios juveniles de desarrollo (longitud de vaina y hoja; número de primordio de hojas y primordios diferenciados en el ápice; tamaño del ápice; área foliacea total). En ese momento la clorosis en hoja no alcanzaba al 1 % de la superficie, por lo que se dedujo que ambos efectos son independientes, aunque más adelante se puedan sumar. En la cebada resistente La Plata Bordeba F.A., no se observaron diferencias significativas de crecimiento para las mismas estructuras. En la actualidad, para la caracterización de poblaciones, se está trabajando en base a inhibición de crecimiento considerando longitud de hoja (lámina y vaina) y peso seco de la parte aérea de la plántula. En el cuadro Nº 9 se presentan datos preliminares obtenidos con la población verde claro, colectada sobre sorgo granífero en Rafaela durante 1983.

Por otra parte, la Cátedra integra junto con trece unidades del INTA, el Programa de Protección Vegetal, en el plan "Desarrollo e implementación de un sistema de control integrado de los pulgones de los cereales". Las tareas a desarrollar por esta unidad se refieren fundamentalmente al control genético, con la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia e identificación de los mecanismos. Además, comprende la caracterización de biotipos con determinación de cultivares diferenciales y estudios de caracteres morfológicos y estadísticas vitales de las poblaciones de pulgón. Se han iniciado también, investigaciones básicas para determinar los principios que provocan la toxicidad de la saliva del pulgón, tanto en su efecto inhibidor del crecimiento como productor de clorosis foliacea. Asimismo, los que determinan en la planta la resistencia, anulando o reduciendo su efecto perjudicial.

Los planes que conduce la Cátedra relacionados con pulgón verde cuentan con subsidios de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, incluyendo personal de la Universidad Nacional de La Plata y de esas instituciones.

Cuadro 5. Resultados de los Ensayos de Tolerancia: valores medios y significancia.

	Ataque	Clorosis	Vigor	Defensa
Línea C.C. 8815	2.31	0.78	4.00	4.14
Dickinson Sel 28 A.	2.39	1.28	3.17	3.17
Triticale Gaucho	2.31	1.56	2.92	3.11
Amigo	2.44	1.89	2.50	2.42
Buck Namuncurá	2.58	3.33	1.64	1.47
Bordenave Puán	2.42	3.22	1.36	1.31
Tukey 5 %	0.30	0.60	0.48	0.55
1 %	0.37	0.73	0.58	0.67

Nota: Las medias de los tratamientos comprendidos en una misma línea no difieren al 5% de probabilidad en el test de Tukey.

Cuadro 6. Comportamiento comparativo de los genes de resistencia.

Gen	Ataque	Clorosis	Vigor	Defensa
Y ₁ gb vs Rpv	0,05 ^{NS}	1,38 ⁺⁺	1,75 ⁺⁺	1,78 ⁺⁺
Y ₂ gb vs Test	0,30 ^{NS}	4,49 ⁺⁺	4,17 ⁺⁺	4,53 ⁺⁺
Y ₃ Rpv vs Test	0,25 ^{NS}	3,10 ⁺⁺	2,42 ⁺⁺	2,75 ⁺⁺
5 %	0,49	1,00	0,79	0,91
S 1 %	0,59	1,20	0,95	1,09

Cuadro 7. Diferencia de comportamiento del gen Rpv según especie en prueba de tolerancia.

Característica	Insave FA	Triticale Gaucho	Amigo
Ataque	$\bar{X}$	2,666	2,496
	$S\bar{X}$	0,178	0,074
	* l_1	3,123	2,648
	* l_2	2,209	2,344
Clorosis	$\bar{X}$	0,895	1,726
	$S\bar{X}$	0,200	0,103
	* l_1	1,409	1,938
	* l_2	0,377	1,514
Vigor	$\bar{X}$	3,575	2,765
	$S\bar{X}$	0,201	0,096
	* l_1	3,891	2,962
	* l_2	2,859	2,568
Defensa	$\bar{X}$	3,346	2,666
	$S\bar{X}$	0,195	0,107
	* l_1	3,847	2,886
	* l_2	2,844	2,446

*límites fiduciales; $\bar{X} \pm t 0.05.S\bar{X}$

Cuadro 8. Comportamiento de Líneas en Ensayos de Tolerancia Conducidos en la F.A. La Plata y en la E.E.R.A. INTA Rafaela.

<u>Línea</u>	<u>Genealogía</u>	<u>La Plata(F4)</u>	<u>Rafaela(F5)</u>
48647/3	Quediprev x An64 x Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	Sel.1 R " 2 SR " 3 SR " 4 R
48639/6	Quediprev x An64 x Son64 x 12300 x Amigo	R	" 1 R " 2 R " 3 R " 4 R " 5 R " 6 R
48631/1	Quediprev x An64 x Son64 x 12300 x Amigo	R	" 1 SR " 2 R " 3 SR " 4 SR " 5 SR " 6 R " 7 R " 8 SR
48617/1	TzPp Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	" 1 R " 2 SR " 3 R " 4 R " 5 R " 6 SR " 7 SR
48604/2	TzPp Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	" 1 R " 2 R " 3 S " 4 SR
48571/7	Dicorgaru x Amigo	R	" 1 R " 2 SR " 3 R " 4 SR " 5 R " 6 R " 7 R " 8 R
48549/5	Quediprev x An64 x Son64 x Manchaquedi x Amigo	SR	" 1 S " 2 SR " 3 SR " 4 SR " 5 S