

IICA
A50
280



Asociación Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas



Ministerio de Agricultura y Ganadería



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

AVANCES Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL TRIGO EN EL PARAGUAY



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) "Promoviendo la prosperidad en las comunidades rurales de las Américas"

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, es el organismo del Sistema Interamericano especializado en agricultura y la promoción del bienestar de la población rural, integrado por 34 países del Continente Americano. Cuenta con una red hemisférica de oficinas en sus Estados Miembros y con una vasta experiencia en cooperación técnica para el desarrollo agrario y rural.

Frente a las tendencias de la economía mundial y considerando el papel estratégico de la agricultura se le reconoció un Nuevo liderazgo en el seno de la Organización de los Estados Americanos, OEA y en el proceso de las Cumbres de las Américas.

La Trigésima Asamblea General de la OEA le confirió una nueva dimensión a la Junta Interamericana de la Agricultura, JIA y le reconoció como el foro principal de rango ministerial para realizar análisis y desarrollar consensos sobre políticas y prioridades estratégicas orientadas a mejorar la agricultura y la vida rural en el hemisferio.

En la Declaración y el Plan de Acción de la Tercera Cumbre de las Américas, los Jefes de Gobierno extienden el papel del IICA más allá de brindar servicios de cooperación técnica, para solicitarle la promoción de diálogo y el consenso sobre los asuntos críticos del desarrollo agrícola, del medio ambiente y del medio rural, en el marco de la integración y la búsqueda de la prosperidad hemisférica.

En este contexto el IICA se dispone a encarar los desafíos del Siglo XXI basado en una nueva visión, una nueva misión y también nuevos objetivos, para convertirse en una agencia que promueva el desarrollo sostenible de la agricultura, la seguridad alimentaria y la prosperidad de las comunidades rurales de las Américas. Esto se lograría mediante el fortalecimiento de capacidades en las áreas del comercio y de los sistemas de sanidad, en los agronegocios rurales, en el uso racional de los recursos naturales y en la innovación tecnológica.

Visión "Transformar el Instituto de Cooperación para la Agricultura, IICA, en una agencia para el desarrollo que promueva el desarrollo sostenible de la agricultura, la seguridad alimentaria y la prosperidad en las comunidades rurales de las Américas".

Misión "Apoyar a los Estados Miembros en la búsqueda del progreso y de la prosperidad en el hemisferio, por medio de la modernización del sector rural, de la promoción de la seguridad alimentaria y del desarrollo de un sector agropecuario competitivo, tecnológicamente preparado y ambientalmente administrado y socialmente equitativo para los Pueblos de las Américas".

Focalización El IICA concentra sus esfuerzos de cooperación técnica en las siguientes áreas estratégicas:

Comercio y Desarrollo de los Agronegocios
Desarrollo Rural Sostenible
Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos
Tecnología e Innovación
Educación y Capacitación
Información y Comunicación

Con el propósito de proveer sus servicios de cooperación el IICA une esfuerzos en alianzas estratégicas con instituciones nacionales, regionales, públicas y privadas, enlazando las regiones Norte, Caribe, Central, Andina y Sur.

IICA
BIBLIOTECA VENEZUELA
12 MAR 2004
RECIBIDO

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
VICEMINISTERIO DE AGRICULTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA**

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE TRIGO

**AVANCES Y RESULTADOS DE LA
INVESTIGACIÓN DEL TRIGO EN EL
PARAGUAY**

IICA
A50
280

00002468

BV-12894

Avances y resultados de la investigación del trigo en el Paraguay / [compilado por Lidia Quintana de Viedma; Ricardo Pedretti; M. M. Kohli; Graciela Gómez]
.—Asunción : MAG/DIA/CRIA, IICA, CAPECO, 2004.
124 p. ; 19,5 x 27,0 cm.

ISBN: 99925-910-0-5

Programa de Investigación de Trigo (PIT)

1. Trigo. 2. Investigación agrícola. 3. Mejoramiento selectivo del trigo. 4. Cereales-mejoramiento selectivo. 5. Cultivos extensivos. I. IICA. II. Quintana de Viedma, Lidia; comp.

AGRIS
A50

DEWEY
633.11

IICA
BIBLIOTECA VENEZUELA
22 MAR. 2002
RECIBIDO

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo, agradecen a la Oficina del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, en el Paraguay y a la Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas, CAPECO, por la cooperación brindada en la edición y publicación de este documento; a la Dra. María Rosa Oviedo de Cristaldo, Especialista en Trigo, por las sugerencias formuladas durante la preparación del mismo

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

ANTONIO IBÁÑEZ AQUINO
Ministro de Agricultura y Ganadería

RICARDO NICOLÁS ZÁRATE
Viceministro de Agricultura

MARCOS VILLALBA
Director de la Dirección de Investigación Agrícola

MANUEL SANTIAGO PANIAGUA
Director del Centro Regional de Investigación Agrícola

LIDIA QUINTANA DE VIEDMA
Coordinadora Nacional del Programa de Investigación de Trigo

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE TRIGO

Coordinadora Nacional: Ing. Agr. M.Sc. Lidia Quintana de Viedma

Equipo Técnico Nacional

<i>Nómina de Integrantes</i>	<i>Institución</i>	<i>Especialidad</i>
Ing. Agr. M.Sc. Lidia Quintana de Viedma	CRIA ¹	Fitopatología
Agr. Virgilio Amarilla	CRIA	Fitopatología
Ing. Agr. Francisco Machado	CRIA	Mejoramiento
Agr. Emilio Morel	CRIA	Mejoramiento
Agr. Valerio Valdéz	CRIA	Mejoramiento
Agr. Epifanio Altamirano	CRIA	Calidad
Ing. Agr. Javier Szostak	CRIA	Semillas
Agr. Mario M. Díaz	CRIA	Semillas
Ing. Agr. Alodia González de Altamirano	CRIA	Suelos
Agr. Claudio Vigo	CRIA	Suelos
Agr. Julio Morel	CRIA	Suelos
Ing. Agr. Adrián Palacios	CRIA	Malezas/Agronomía
Agr. Anuncio Almada	CRIA	Malezas/Agronomía
Agr. Guadalupe Altamirano	CRIA	Malezas/Agronomía
Ing. Agr. Stella M. Candia	CRIA	Entomología
Ing. Agr. Nancy N. Espinoza	CRIA	Entomología
Agr. Patricio Altamirano	CRIA	Entomología
Ing. Agr. Armindo Bastiani	C.E. Yhovy ²	Agronomía
Ing. Agr. Mercedes Molinas	C.E. T.R.P. ³	Semillas
Tecn. Alim. M.Sc. Graciela Cabrera A.	IAN ⁴	Calidad

¹ Centro Regional de Investigación Agrícola.

² Campo Experimental Yhovy

³ Campo Experimental Tomás Romero Pereira.

⁴ Instituto Agronómico Nacional.

CONTENIDO

Presentación	11
Prólogo	13
I. Evolución histórica de la investigación del trigo en el Paraguay.	17
II. Variedades y épocas de siembra.	34
III. Manejo del cultivo.	43
IV. Principales enfermedades del trigo y estrategias de manejo.	49
V. Plagas del trigo y su control.	68
VI. Manejo de la fertilización.	74
VII. Manejo de malezas en trigo	79
VIII. Calidad comercial e industrial del trigo nacional	86
IX. Efectos de la fertilización nitrogenada en la calidad industrial del trigo.	92
X. Efectos de la labranza cero sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos en Paraguay.	97
Anexos	109

PRESENTACIÓN

La Dirección de Investigación Agrícola, DIA, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG y la Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas, CAPECO, con la Cooperación Técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, ofrecen a los actores del sector público y privado vinculados con este rubro, los resultados y las conclusiones logrados a partir de la investigación y experimentación en producción e industrialización del trigo, que son válidos y aplicables a la realidad del Paraguay.

El documento recoge el trabajo de especialistas nacionales e internacionales, quienes en el marco del Programa de Investigación de Trigo, PIT, dependiente de la Dirección de Investigación Agrícola, dedicaron sus esfuerzos para contribuir al actual posicionamiento estratégico del trigo a nivel nacional.

La publicación además de tratar los temas usuales para los rubros agrícolas como son el manejo del cultivo, variedades y épocas de siembra, manejo de plagas y enfermedades, incorpora otros de singular valor como el de la calidad comercial e industrial del trigo nacional y el sistema de siembra directa con sus efectos positivos de conservación de los suelos del Paraguay. Este último tema, adquiere una particular significancia dado el reconocimiento internacional que el país posee en la aplicación ya extendida y exitosa de este sistema conservacionista de labranza.

Al poner esta información a disposición del público, la CAPECO y el IICA contribuyen al fortalecimiento de la base tecnológica nacional generada en el ámbito del cultivo e industrialización del trigo en el país.

La preparación y publicación de este documento, forma parte de la política institucional de la Oficina del IICA en Paraguay, de elaborar y publicar materiales que apoyen al desarrollo y modernización del sector agropecuario del país.

Ing. Agr. Roberto Casás Bernadá
Representante del IICA en Paraguay

Ing. Agr. César Jure Yunis
Presidente de CAPECO

PROLOGO

El actual posicionamiento estratégico del trigo en el Paraguay – económica y ambientalmente más sostenible – es el resultado del esfuerzo conjunto de sectores públicos y privados del país, a partir de la creación del Programa Nacional de Trigo, en el año 1966, al que deben sumársele los valiosos aportes de la cooperación internacional.

El trigo al ser originario de otras latitudes, el Programa Nacional, necesitó de un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para superar la problemática tecnológica, de procesamiento y comercio que involucra la cadena agroalimentaria de este rubro.

Ante la falta de tradición productiva del cereal, condicionado ello principalmente por el ambiente subtropical húmedo de la Región Oriental, el Programa partió de una colección de variedades de trigo seleccionadas en introducciones de viveros especializados, distribuidos en numerosos países en el marco del Programa Punto IV, del Gobierno de los EE.UU. a través del Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, STICA, establecido en el país en 1945. Con los auspicios de dicho Programa, se identificaron las variedades y la tecnología de producción iniciales del Programa Nacional de Trigo, aplicadas desde 1967.

El rol que correspondió desempeñar al sector público fue clave para promover, impulsar y consolidar la producción del cereal, especialmente desde sus inicios a fines de la década de 1960 hasta los años '80, cuando se logró la meta del autoabastecimiento del mercado interno.

La política implementada se basó en la sustitución de importaciones, dado el peso importante de las mismas en la balanza comercial, equivalente a un 10% del total de divisas obtenidas en los años iniciales del Programa. Este desafío requería la modernización de la agricultura en sus dimensiones económica (agricultura empresarial) y tecnológica (mecanización, variedades mejoradas genéticamente y empleo de insumos modernos), prácticamente inexistentes en aquella época.

La investigación agronómica, pudo ajustar las prácticas tecnológicas de producción, incluyendo el control de plagas y enfermedades, lo que contribuyó al mejoramiento de la estabilidad de la producción a fines de la década de 1980.

Una mención especial constituye la prueba, ajuste y difusión -desde fines de la década de 1980 del paquete de tecnología sostenible denominado "Siembra Directa", habiéndose logrado una cobertura cercana al 100% de la superficie cultivada con cereales y oleaginosas en forma mecánica. En este esfuerzo, debe reconocerse la valiosa cooperación de Alemania a través de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica, GTZ.

La rápida expansión del cultivo, apoyada por incentivos gubernamentales (crédito y servicios técnicos de apoyo), permitieron la difusión del cereal en diversas zonas productoras del país, pero aparecieron diferentes problemas causantes de estrés, tanto de origen biótico como abiótico, que causaron fuertes impactos sobre la producción.

Esta situación requirió de un gran esfuerzo de fitomejoramiento y fitopatología para lograr el reemplazo de los cultivares por otros de progresivo y mejor desempeño en potencial de rendimiento y estabilidad de producción; también por otros de mayor capacidad de adaptación a las condiciones agroecológicas del país y comportamiento ante plagas y enfermedades.

Se debe reconocer al respecto, el significativo apoyo de la cooperación internacional, tanto del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, como de la Agencia Internacional de Cooperación del Japón, JICA, desde fines de los años 1970, como la cooperación técnica horizontal entre los países del Cono Sur (PROCISUR/ IICA/BID) y de la Oficina del IICA en el Paraguay.

Nadie hubiera podido prever el formidable desarrollo alcanzado por la agricultura empresarial mecanizada productora de granos, que en la actualidad ha llegado a constituirse en uno de los principales pilares de la economía. El Programa de Trigo fue la base del proceso, al sustentarse –el nuevo sistema productivo – en la rotación trigo-soja. Este último rubro, ha posicionado al país como el sexto mayor productor y el cuarto exportador mundial de la oleaginosa, a pesar de su pequeña dimensión territorial.

Estos logros no hubieran sido posibles sin el decidido y constante apoyo de la investigación agrícola a cargo del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que introdujo los ajustes de tecnología resultando en la expansión y consolidación del cultivo de trigo, basados en el aumento del rendimiento y en la estabilidad de la producción, sorteando así las limitaciones medioambientales causantes de estrés biótico y abiótico.

Quizás la contribución más significativa realizada por la cooperación internacional, esté representada por el desarrollo de recursos humanos calificados, desde postgrados en el exterior, hasta incontables eventos de capacitación, asistencia técnica y difusión de tecnología a nivel de campo, a lo largo de más de tres décadas.

Los nuevos desafíos que el Programa debe afrontar, tanto a nivel subsectorial como de tecnología, se enmarcan en la dinámica actual donde el mercado y no la política de gobierno, impulsa el cambio de objetivos de la producción, desde el autoabastecimiento del mercado interno al paradigma exportador competitivo del cereal.

La realización de las nuevas propuestas, implica que deben desarrollarse cultivares y tecnologías de producción para el cultivo de trigo, ajustadas a ambientes hoy relativamente marginales de la Región Oriental, que están ocupados por la agricultura mecanizada (soja, maíz). Mayor adaptación a sequías con y sin elevadas temperaturas durante el ciclo invernal del cultivo, así como la mejor o más perdurable resistencia o tolerancia a un complejo de enfermedades, sin dejar de lado las crecientes exigencias del mercado por atributos específicos de calidad, constituyen los principales ejes tecnológicos de la investigación

aplicada, cuyos resultados harán posible la duplicación del volumen producido y el posicionamiento del país como exportador neto a mediano plazo.

La investigación realizada por el sector público, esta vez en mancomunidad de esfuerzos con el sector privado representado principalmente por la Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas, CAPECO y por las organizaciones gremiales de productores, entre las que se destaca la Federación de Cooperativas de Producción, FECOPROD, está dispuesta a emprender este nuevo camino en beneficio de la agricultura y del sector agrario del país, contando con el esfuerzo y creatividad de las nuevas generaciones de técnicos, funcionarios y productores a quienes les toca seguir escribiendo esta historia.

Ing. Agr. Marcos Villalba
Director
Dirección de Investigación Agrícola

I. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN DEL TRIGO EN EL PARAGUAY¹

A. INTRODUCCIÓN

El cultivo del trigo en el Paraguay es conocido desde la época de la colonia. No obstante, su siembra fue fomentada en forma discontinua hasta los inicios de la ejecución del Programa Nacional del Trigo, en el año 1966.

Desde el año 1968 hasta 1971, se registró un aumento sostenido de la superficie cultivada así como de la producción, en respuesta al amplio apoyo crediticio y técnico brindado por el sector público a los productores de este cereal.

En el año 1972, se redujeron drásticamente la superficie, el rendimiento y la producción global del trigo como consecuencia de las intensas epifitas provocadas por el complejo de enfermedades fungosas, especialmente las manchas foliares como la helmintosporiosis y la septoriosis de la gluma, como así mismo la fusariosis de la espiga, que provocaron serios problemas financieros. En ese año, la producción sufrió una disminución del 70 %, cayendo a la mitad el rendimiento promedio de las parcelas cosechadas (Figura N° 1).

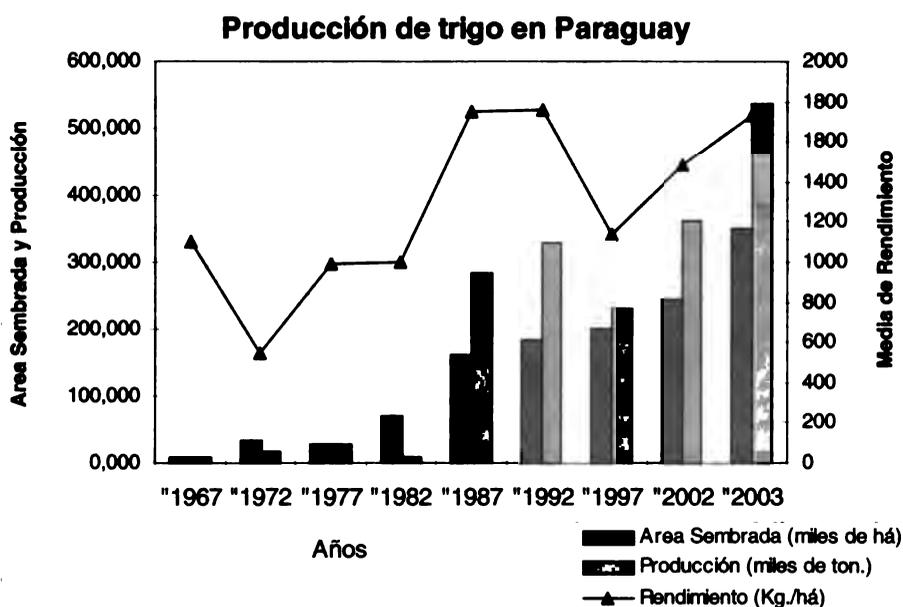
Como consecuencia de esto, el área sembrada disminuyó drásticamente, iniciándose una lenta recuperación hasta el año 1975, en que se repitió la experiencia de 1972. A partir de 1976, se realizó una intensa promoción del uso de fungicidas con el objeto de conceder mayor estabilidad a la producción.

El área sembrada con trigo entre los años 1967 a 1981 fluctuó entre 8.300 hectáreas y 59.000 hectáreas con un rendimiento promedio de 1 ton/há. Sin embargo, a partir del año 1982, como resultado de la utilización de variedades de mejores rendimientos y la adopción de tecnologías como el uso de fertilizantes, control químico con fungicidas y siembra en épocas oportunas, tanto el área de siembra como la producción fueron incrementándose paulatinamente, lo que permitió al Paraguay llegar a la autosuficiencia en 1986 y convertirse en país exportador desde el año 1989. (Anexo 1).

A partir de esa fecha, la exportación a países de la región especialmente a Brasil, ha sido continua con fuertes fluctuaciones entre zafras. De los países vecinos se obtenía hasta los años '90 harina de trigo subsidiada, lo cual ayudaba para la consumición interna, que actualmente oscila entre las 350.000 ton. a 400.000 ton. En el comercio exterior, el país fluctúa -según los años- entre las categorías de importador o exportador neto, de acuerdo con el flujo predominante del comercio internacional en cada año. Así, en la campaña triguera 2003 se exportaron 420.000 tn. al Brasil y a países de extrazona.

¹ Por: Pedretti, R. Ing. Agr. PhD. Fitomejorador. DGP/MAG.
Viedma, L. de, Ing. Agr. MSc. Coordinadora Nacional del Programa de Investigación de Trigo. MAG/DIA/CRIA.
Kohli, M. Ing. Agr. PhD. Fitomejorador del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (CIMMYT).

Los trabajos de investigación en el cultivo del trigo, han sido ejecutados desde sus inicios por los dos Centros Experimentales más importantes del país: el Instituto Agronómico Nacional, IAN y el Centro Regional de Investigación Agrícola, CRIA, ambos dependientes de la Dirección de Investigación Agrícola, DIA, del Ministerio de Agricultura y Ganadería.



Fuente: MAG/

* Los datos son promedios que incluyen 5 años.

Figura N° 1. Área sembrada, producción y rendimiento de trigo en Paraguay.*

B. INICIOS DEL PROGRAMA NACIONAL DEL TRIGO (Período 1967-1972)

La etapa inicial del Programa de producción de trigo, comenzó con el establecimiento de una política agresiva de incentivos, consistente en una regulación del mercado, precios oficiales fijos, acceso a créditos de largo plazo y bajos intereses de bancos oficiales para compra de tierras y maquinarias; facilidades de almacenamiento y servicios técnicos de investigación y extensión proveídos por el MAG. Además se creó el Servicio Nacional de Semillas, SENASE para proveer semilla certificada y una red de silos para almacenamiento. Estas acciones produjeron un efecto significativo de tal magnitud, que el área sembrada con el cultivo más que se sextuplicó, pues de 8.300 há se incrementó a 51.500 há. durante los primeros cinco años.

El Programa Nacional de Mejoramiento de Trigo, se inició básicamente con introducciones, especialmente de variedades seleccionadas del International Spring Wheat Rust Nursery, ISWRN, provenientes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, que fueron liberadas comercialmente en el año 1965. La mayoría de ellas, eran de porte alto, ciclo tardío y susceptibles al acame. El primer material semi enano de origen mexicano, seleccionado del ISWRN, el 214/60, resistente a las royas, fue lanzado en 1970 e inmediatamente fue la variedad más sembrada del país. Sin embargo, la epidemia de manchas foliares, registrada en el año 1972, produjo una pérdida del 70% de la producción nacional.

C.PERIODO CRITICO (1973-1978)

Durante este período el área sembrada se estabilizó entre 20.000 há. y 30.000 há. En el año 1975, una nueva epidemia de manchas foliares y fusariosis de la espiga causada por *Leptosphaeria nodorum* (syn. *Septoria nodorum*) y *Fusarium graminearum* respectivamente, produjo severas pérdidas. Sin embargo, debido a que gran parte del área estaba sembrada con la variedad Itapúa-1, que tuvo su origen en México y que era considerada como tolerante a las enfermedades, estas pérdidas fueron menores. Aún así, debido a estos factores, muchos productores de trigo decidieron discontinuar o interrumpir la siembra, entre ellos, los productores de Misiones, quienes a mediados de los años '70 abandonaron el cultivo, pues sus suelos estaban empobrecidos y acidificados. El cultivo adquirió preponderancia en el Departamento de Itapúa, considerado actualmente segundo productor de trigo, a nivel nacional, siendo el primero el Departamento de Alto Paraná.

La rápida expansión del cultivo de la soja entre los años 1970 y 1980 fue uno de los factores que más contribuyó al incremento del área de siembra de trigo, convirtiéndose así en una alternativa para el cultivo de invierno, en el sistema de producción mecanizada de granos.

La complejidad de producción mencionada anteriormente, estimuló al Programa de Investigación de Trigo, PIT, a la identificación de germoplasma de diferentes fuentes, especialmente a nivel regional. Este esfuerzo resultó en la identificación y liberación de cultivares más resistentes o tolerantes a enfermedades fungosas como IAN-5, IAN-7 y C-7605. A pesar de mostrar un alto nivel de resistencia a las manchas foliares y fusariosis, la resistencia de estos cultivares a las royas fue variable. Además, estas variedades fueron de un potencial intermedio de rendimiento debido a su susceptibilidad al acame. Simultáneamente en el CRIA, se liberó otro material de gran estabilidad de rendimiento y tolerancia a enfermedades, el Itapúa 25. (Anexo 2).

A partir del año 1975, los experimentos con control químico fueron los que condujeron a la recomendación de la aplicación de fungicidas para los cultivos comerciales. La difusión de los resultados de la investigación sobre técnicas de control químico de enfermedades, en el segundo quinquenio de los años '70, ayudaron a consolidar los rendimientos logrados y la producción nacional del cereal.

D. PERIODO DE RECUPERACIÓN (1979 -1982)

Este periodo se caracterizó por el fortalecimiento del Programa Nacional del Trigo, con énfasis en el control químico de enfermedades. Así, fungicidas de contacto como Mancozeb, Dinocap y otros que se utilizaron en la primera etapa, fueron sustituidos por fungicidas sistémicos más eficientes, del grupo de los triazoles, en donde el Triadimefon, fue uno de los primeros y más utilizados en esa época. Luego de una severa infección de la mancha marrón causada por *Helminthosporium sativum* en el año 1982, Triadimefon fue remplazado por fungicidas de mayor espectro de acción, del mismo grupo químico Triazol, entre los cuales se destacó el Propiconazole.

A partir de los años '80, la liberación de nuevos cultivares de mayor potencial de rendimiento y mejor nivel de resistencia genética al complejo de enfermedades fungosas registradas en el país, permitió el rápido incremento de la superficie cultivada y del rendimiento promedio de este cereal.

E. LA COOPERACIÓN CON EL CIMMYT

En el año 1978, la apertura de la oficina regional del CIMMYT en Chile para cooperar con los Programas de Mejoramiento de Trigo en el Cono Sur de Sudamérica, permitió la amplia disponibilidad de germoplasma del CIMMYT adaptado a las condiciones nacionales. Esto fue acompañado además por los siguientes acontecimientos:

- Se redirigió parte del Programa de Mejoramiento del CIMMYT para satisfacer la demanda de la región. Esto fue posible mediante el incremento de las pruebas multilocales para identificar material genético con mejor adaptación a las áreas marginales de clima subtropical, húmedo y subhúmedo que se encuentran en el Norte de Argentina, los llanos de Bolivia, región de Cerrados y Centro-Sur de Brasil y Paraguay.

- La implementación de un Programa de Mejoramiento Multilocal y activo de intercambio de generaciones entre Paraguay y México (*Shuttle Breeding*), junto con otro Programa Brasil-CIMMYT para el desarrollo de germoplasma con tolerancia al aluminio, prevalente en suelos ácidos. Estos materiales también demostraron un mejor comportamiento a las manchas foliares causadas por *Helminthosporium spp.*
- El rápido lanzamiento y posterior adopción del nuevo germoplasma conteniendo la traslocación 1B/1R (especialmente las líneas hermanas de cruza denominadas como Veery y Bobwhite) que otorgaba mayor resistencia a las enfermedades, junto con un buen comportamiento agronómico. En Paraguay, el Veery 3 (Cordillera 3) fue seleccionado como el material más prometedor, lo que llevó a la decisión de importar 60 toneladas de semilla de Chile en 1982, a fin de acelerar su propagación. Debido a su buena adaptación a las condiciones locales y alto potencial de rendimiento, esta variedad fue rápidamente adoptada por los agricultores.

En los años siguientes, gracias a la cooperación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA de Chile -para la multiplicación en el verano- pudieron obtenerse grandes volúmenes de semilla para la liberación de variedades como Cordillera 4, Itapúa 30 e Itapúa 35.

Desde el año 1986 a 1993, el CIMMYT trasladó su oficina Regional para el Cono Sur a Asunción, lo que coincidió con el mayor auge del Programa en cuanto a la importancia de la investigación de trigo; también en cuanto a la participación de técnicos nacionales en eventos internacionales y a su capacitación en todos los niveles desde el entrenamiento en servicio hasta el nivel de postgrado (Maestría y Doctorado). En esta época también fueron recibidos del CIMMYT numerosos equipos y maquinarias para conducir las parcelas experimentales y proceder a su análisis posterior.

Desde el año 1987 hasta 1991, la DIA (anteriormente DIEAF) cooperó con el CIMMYT para el desarrollo de un Programa de incorporación de resistencia a la fusariosis de la espiga, cuya sede fue el CRIA de Capitán Miranda. El Proyecto involucró el desarrollo de germoplasma usando la metodología mencionada anteriormente (Programa de Mejoramiento Multilocal) entre Paraguay, México y otros países.

Desde el año 1996 la sede del Programa de Investigación de Trigo y su Coordinación Nacional fueron relocalizadas en el CRIA de Capitán Miranda, en cumplimiento a los lineamientos estratégicos del Programa de

Modernización Agrícola-Forestal, PROMODAF, del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

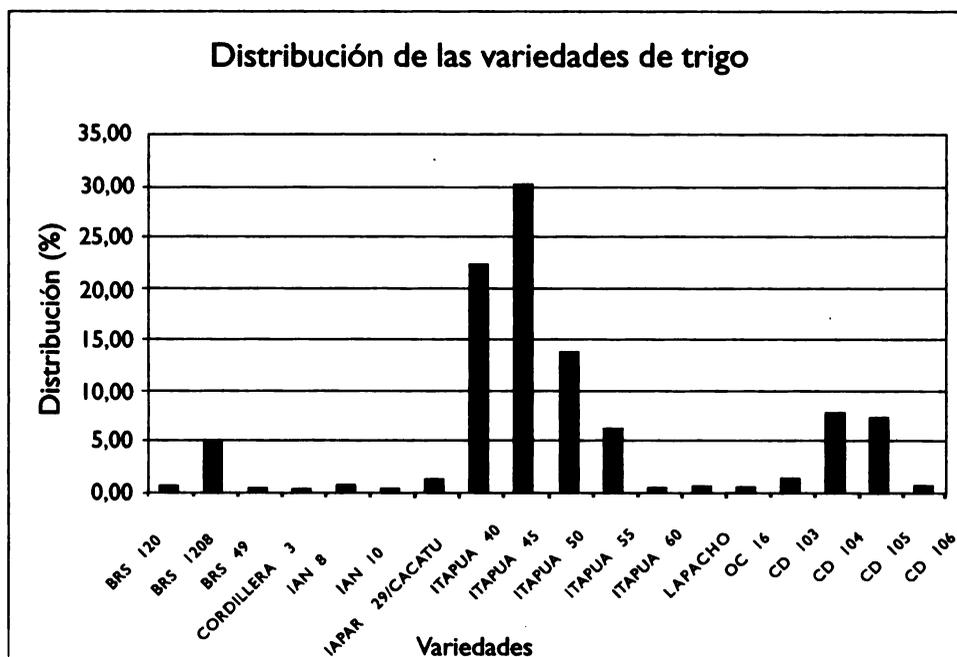
Hasta el año 2003 la sede Regional del CIMMYT estuvo operando en Montevideo, Uruguay y cooperando desde esa base con todos los países de la Región.

F. PERIODO DE DESPEGUE (1984-1990)

Este período se caracterizó por un incremento sin precedentes en el área sembrada y en la producción, llegándose a duplicar el promedio de rendimiento nacional, con más de 2 ton/há. El trabajo de mejoramiento genético conducido por la DIEAF experimentó cambios importantes. El factor que más incidió en estos cambios fue el establecimiento de un Programa “*Shuttle Breeding*” en asociación con el CIMMYT. Se incrementó la red de ensayos de rendimiento y de viveros de observación de enfermedades con el objetivo de identificar la reacción de los cultivares y líneas de mejoramiento. Los materiales fueron expuestos a una amplia gama de condiciones ambientales para someterlos a una alta presión de selección. Como resultado de estos ensayos, se liberaron nuevas variedades con mejor potencial de rendimiento, con resistencia moderada a buena a las royas y más tolerantes a las manchas foliares.

La utilización de mejores variedades, el amplio uso de fertilizantes, la siembra en épocas recomendadas y el empleo de fungicidas eficientes, sumado a buenos años con condiciones favorables para la producción del trigo, contribuyeron positivamente para la consolidación del cultivo. Además, la continua política de apoyo gubernamental y la expansión del cultivo de la soja fueron también los factores claves para el despegue de la producción de este cereal.

Por otro lado, tres nuevas variedades fueron liberadas en el marco del Programa de Investigación de Trigo: IAN 8-Pirapó e IAN 9-Iguazú por el Instituto Agronómico Nacional, IAN, en los años 1987 y 1993 respectivamente y la variedad Itapúa 40 por el CRIA en el año 1992. Las tres variedades son utilizadas en la actualidad, siendo la variedad Itapúa- 40 la que ocupa mayor área de siembra, juntamente con la variedad Itapúa 45 (Figura N° 2).



Fuente: MAG/PIT.

Figura N° 2. Distribución porcentual de las variedades de trigo. Años 2003 - 2004.

A partir del año 1992, se puso énfasis en las enfermedades predominantes en siembra directa, ya que el área sembrada por este sistema, experimentó un incremento importante. Se seleccionaron los materiales avanzados en parcelas de siembra directa con infección natural debido a las enfermedades, especialmente la mancha amarilla causada por *Drechslera tritici repentis*, y los mejores materiales fueron distribuidos en la región a través del CIMMYT.

G. PERIODO 1990-2003 (Mercado libre)

Hasta el año 1988, los insumos (gasoil, fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas) fueron subsidiados indirectamente a través del uso del dólar diferencial o preferencial, lo cual mantenía el costo de producción a un valor razonablemente bajo. No obstante, el inicio del mercado libre en 1989 causó aproximadamente un 30 % de incremento en el costo de producción. Sin embargo, la experiencia de los productores y el uso de la tecnología que ayudó a duplicar los rendimientos, permitieron su competitividad en el mercado, a pesar de los altos costos de producción.

La política de libre mercado -que implicaba no fijar precios para el mercado interno o para exportación- empezó con la cosecha récord de 1989 que llegó a ser de 505.000 toneladas, sólo superada en la campaña 2003, con una producción de 650.000 toneladas. El efecto de esta política, comenzó a notarse a inicios del año 1990 cuando debido al alto nivel de producción, los molineros locales empezaron a usar estrategias como el retardo en el recibimiento de la producción y en el pago de la cosecha. Como resultado de ello, más de 200.000 toneladas de la producción nacional tuvieron que ser exportadas en condiciones no muy convenientes. A pesar de estos problemas, el área de siembra para 1990 se mantuvo.

La década del '90 se caracterizó además por la instalación de molinos harineros en las mismas zonas de producción, en contraste con la infraestructura anterior, localizada en su mayoría en los principales centros urbanos. Tanto las principales cooperativas como empresarios del sector privado, adoptaron esta iniciativa que permitió reducir los costos de transporte del grano no procesado y sobre todo, se fortaleció el mercado por una mayor concurrencia y competencia, en comparación al oligopolio de las décadas anteriores.

La liberación del mercado, implicó asimismo la concentración de ventas en los primeros meses posteriores a la cosecha, tanto para el mercado interno como para la exportación a comunidades fronterizas. De este modo, en los meses posteriores, el mercado interno fue proveído con importaciones de trigo procedentes principalmente de Argentina. En este contexto, se puede calificar el desempeño comercial del país como importador y exportador neto en pequeña escala, con fuertes fluctuaciones entre zafras.

Durante los años 1994 a 1998, las condiciones climáticas adversas (lluvias durante la maduración y cosecha), hicieron que gran parte de la producción de baja calidad industrial se comercializara a precios muy por debajo del precio internacional.

Debido a estos acontecimientos, la disponibilidad de semilla nacional se redujo y se tuvieron que autorizar importaciones de semillas extranjeras, especialmente de Brasil.

En otro orden, la adopción del sistema de siembra directa por la mayoría de los productores, puede considerarse como uno de los mayores logros en la década del '90. Actualmente, la utilización de este sistema en el Paraguay, abarca una extensa superficie agrícola y altamente productiva, de

1.500.000 há. (Anexo 3). Sorrenson et. al. (1998) en la publicación “Aspectos económicos de los sistemas de siembra directa y labranza convencional en pequeñas fincas del Paraguay”, estiman que hasta el año 1997, hubo un ahorro de 900 millones de dólares utilizando este sistema.

H. COOPERACIÓN TÉCNICA DEL GOBIERNO DE JAPÓN

Desde hace una década, se ha evidenciado el gran interés en los mercados para desarrollar productos especiales de calidad diferenciada que puedan satisfacer a los consumidores cada vez más exigentes. A partir de esta demanda, desde el año 1990 y patrocinado por la JICA, se inició el estudio de la calidad de líneas y variedades de trigo con granos vítreos. Mediante el aporte de la Cooperación Técnica del Gobierno del Japón, fue instalado en el CRIA, un laboratorio de calidad para determinar los distintos niveles de la calidad comercial e industrial del trigo. El Instituto Agronómico Nacional de Caacupé, dependiente de la DIA, también cuenta con un laboratorio donde se realizan otras pruebas de análisis de calidad.

I. COOPERACIÓN CON PAÍSES DEL CONO SUR

A partir de los años '80, mediante el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur, PROCISUR, fue posible firmar un Convenio de Cooperación Técnica recíproco entre los países de la región, representados por los INIAs y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, que actuó como agencia administradora. Este Programa contó con el apoyo financiero del BID, del IICA y de los propios países. El objetivo final acordado, fue la institucionalización regional de un sistema permanente de coordinación y soporte para el apoyo recíproco y el intercambio de conocimientos tecnológicos mediante acciones conjuntas y cooperativas, en el ámbito del sector agropecuario.

J. TERCER MILENIO: ÉNFASIS EN LA CALIDAD

En el año 2000 se lanzaron tres nuevas variedades: Itapúa 45-Don Pani, Itapúa 50-Amistad e Itapúa 55-Don H. Bertoni y dos variedades en el año 2003: Itapúa 60- Don Emilio e IAN-10 Don Arte.

Actualmente, más del 70% del área total sembrada se encuentra cubierta con variedades nacionales. (Anexo 3). Esto se debe a la mejor adaptación de dichas variedades a las condiciones edafoclimáticas; a su singular potencial de rendimiento, a la mayor tolerancia a las enfermedades prevalentes, junto con una elevada calidad molinera y panadera. Este último aspecto consolida la función de Paraguay como exportador de trigo de calidad.

En los primeros años de este nuevo milenio, se registró el descenso del volumen producido como consecuencia de dos factores: a) clima irregular, con predominancia de sequías prolongadas, b) disminución de los precios internacionales de la mayoría de los granos. Esta tendencia se inició en 1998, recuperándose los precios recién a partir de 2002, lo cual explica el aumento del área sembrada y de la producción. (Anexo 1).

K. CARTA DE ENTENDIMIENTO MAG-DIA-ICA- Anexo 3. Programa de Trigo

Dentro del marco de la Carta de Entendimiento para el Apoyo Técnico y Administrativo en la ejecución de actividades de la Dirección de Investigación Agrícola, DIA, administrada por el IICA, se llevaron a cabo numerosos trabajos de investigación en diferentes áreas del cultivo de trigo, lo cual fue posible realizar hasta diciembre del año 2003.

L. CONVENIO DE COOPERACIÓN MAG-CAPECO-CIMMYT

A partir del año 2003, mediante un Convenio tripartito entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT y la Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas, CAPECO, se inició una nueva línea de investigación, a través del Proyecto Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del cultivo de trigo en el Paraguay, para identificar materiales genéticos y prácticas agronómicas adecuadas a las nuevas zonas de apertura agrícola de Alto Paraná Norte, Canindeyú y San Pedro.

Dichas regiones se diferencian de las tradicionales por temperaturas más elevadas, sequías a mitad de ciclo y suelos más frágiles. Las actividades de mejoramiento genético están concentradas en el Campo Experimental de Yhovy, Departamento de Canindeyú.

Al respecto, el Ing. Agr. Luis E. Cubilla, Asesor Agrícola de CAPECO, señala que el sector agremiado en esta Cámara, tiene gran interés en el cultivo de

trigo y en la rotación trigo – soja, ya que ambos cultivos no solo se complementan al cubrir el suelo durante todo el año, mejorando el nivel de materia orgánica y otras propiedades físicas y químicas de los suelos a través de los rastrojos, sino que también permiten incrementar los ingresos generados por unidad de superficie en los campos de cultivo. Estos objetivos globales, justifican entonces los esfuerzos que se dediquen, a fin de lograr que el cultivo de trigo en Paraguay, logre una mayor expansión y una mejor productividad a nivel nacional.

M. PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

El Programa de Mejoramiento Genético de Trigo conducido en sus inicios en el IAN y en el CRIA, estuvo basado principalmente en la introducción de materiales genéticos avanzados de origen foráneo. Desde un principio, se introdujeron materiales de diversas procedencias -para su evaluación local- como ser los provenientes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA; los de la Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria, EMBRAPA; del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT y otros.

Con el objetivo de comenzar el programa local de mejoramiento, varios técnicos del MAG fueron entrenados en el CIMMYT de México, a principios de la década de los '70. A su regreso, se inició el primer plan de cruzamientos a partir de selecciones del mejor material introducido en años anteriores, resultando ello en algunas líneas avanzadas, las cuales fueron multiplicadas como variedades comerciales. Más tarde, este plan fue complementado con la introducción de materiales segregantes de diversos programas del exterior. El programa local de cruzamientos no tuvo éxito en sus primeros años debido principalmente a:

- Lentitud del proceso de fijación genética del material, al contarse con solo una generación del cultivo por año.
- Pérdida de la resistencia a royas de la hoja y/o del tallo de los progenitores y por lo general, de sus descendencias.
- La introducción de líneas avanzadas superiores y de mayor resistencia a enfermedades provenientes de programas de mejoramiento acelerado.

Con la transferencia de las actividades regionales del CIMMYT a su nueva sede en Asunción en 1986, se inició una nueva etapa de mejoramiento incluyendo un Programa de alternación de las generaciones entre Paraguay

y México ("*Shuttle Breeding*") con el objetivo de resolver los problemas expuestos. Como resultado de estos esfuerzos, se seleccionaron líneas avanzadas de material promisorio que fueron evaluadas en ensayos de rendimiento a nivel nacional y que dieron base a la liberación de nuevas variedades.

La estrategia de mejoramiento genético conducido por la Dirección de Investigación Agrícola, DIA, durante este periodo, tuvo en cuenta el desarrollo de líneas mejor adaptadas a las condiciones del país con resistencia a las enfermedades prevalentes y otras características tales como: resistencia o tolerancia a periodos de sequías o a altas temperaturas, suelos ácidos, ciclo y altura de plantas intermedias, resistencia al acame, a la germinación en la espiga y calidad industrial apta para panificación, entre otros. Para ello, se ha planteado el siguiente programa:

1. La caracterización local de los progenitores para desarrollar el programa de mejoramiento a nivel nacional y la evaluación multilocal. Dentro del país, se establecieron viveros de observación para evaluar la amplitud de adaptación y la reacción a las enfermedades presentes. La selección de localidades para estos viveros, tuvo en cuenta la prevalencia de enfermedades y otros caracteres de adaptación. Además de la información local, se consideró el comportamiento de los materiales en otros países a través de viveros cooperativos internacionales. (CIMMYT, PROCISUR etc.).
2. En las generaciones segregantes, el material fue seleccionado -entre otros factores- por su potencial de rendimiento y la reacción a las enfermedades presentes bajo infección natural o artificial en condiciones de campo. En general, las royas de la hoja y/o del tallo son prevalentes en todas las localidades. Con la exposición del material a razas o biotipos de royas diferentes en distintos ambientes, se seleccionaron líneas con resistencia más amplia en busca de una mayor estabilidad. La selección para otras enfermedades solo se realizan si éstas se presentan en las generaciones conducidas en el país.

Las bases de los cruzamientos fueron las variedades comerciales y líneas promisorias, junto con las fuentes de resistencia a enfermedades y un buen tipo agronómico. Se intentó combinar en estas cruzas una mejor reacción a factores desfavorables bióticos y -en algunos casos- abióticos. Las variedades y líneas progenitoras con alto potencial de rendimiento, fueron cruzadas buscando obtener buenos niveles de resistencia o tolerancia a algunas enfermedades, tales como: oidio, roya de la hoja, helmintosporiosis y fusariosis. Actualmente se pone énfasis en las cruzas para calidad.

El esquema de mejoramiento expuesto intenta ser flexible dado que, para algunas de las enfermedades mencionadas, la información acerca de la herencia y del mecanismo de la resistencia es escasa. Así, la selección por resistencia a las royas y al oidio se inicia en generaciones tempranas, no excluyéndose plantas o poblaciones con baja severidad. En el caso de las manchas foliares, la selección fue relativamente más estricta en las generaciones avanzadas. Con relación a la fusariosis de la espiga, la mayor parte del germoplasma mejorado (progenitores) carece de altos niveles de resistencia. La selección para esta enfermedad se concentró en la eliminación de los materiales muy susceptibles. Actualmente se realizan las cruces con materiales resistentes a fusariosis y piricularia del trigo.

Desde el año 1987, se procedió a instalar en el CRIA, una estructura con cobertura de malla y sistema de riego a fin de asegurar una alta humedad después de la inoculación artificial para la selección de materiales resistentes a la fusariosis. Los materiales evaluados incluyen entre otros, líneas avanzadas del Programa de Mejoramiento, líneas avanzadas del Cono Sur y líneas avanzadas del CIMMYT. En la Figura N° 3, se presenta el diagrama indicativo del proceso de selección del material avanzado local e introducido, hasta su ingreso en el sistema de ensayo comparativo de rendimiento.

Actualmente, el Programa de Mejoramiento de Trigo en Paraguay, forma parte de la red regional y mundial de desarrollo de germoplasma para las regiones más calurosas. En este sentido, el Programa Nacional no solo dispone del germoplasma desarrollado localmente sino también de otros provenientes de programas similares impulsados en África, Asia y América Latina. Gracias a esta colaboración internacional, las variedades seleccionadas para ser liberadas en Paraguay, cuentan con información crítica sobre su comportamiento en otras regiones similares. Como resultado, se espera que las nuevas variedades no solo tengan mejor adaptación y potencial de rendimiento, sino que también muestren una gran estabilidad en cuanto a su resistencia a las enfermedades prevalentes.

Además, la filosofía de selección de resistencia a las enfermedades está sufriendo una modificación drástica. Anteriormente el material inmune, especialmente para las royas y el oidio, era el más preferido porque ejercía una presión fuerte sobre los hongos para cambiar su forma a través de recombinaciones o mutaciones lo que resultaba en la quiebra de la resistencia en un corto plazo. Actualmente, se trata de identificar y seleccionar el nivel bajo de susceptibilidad que parece representar una forma de resistencia duradera y sin efectos negativos para el rendimiento potencial. Por otra parte, con la colaboración del CIMMYT, se están

explorando las nuevas fuentes de resistencia, provenientes de las especies afines al trigo, no solo para las enfermedades sino para una amplia gama de caracteres de interés incluyendo la adaptación a las altas temperaturas y problemas de suelo. Con estas bases genéticas usadas en el Programa de Mejoramiento de Trigo, se espera acelerar el proceso de identificación de materiales útiles y seleccionar los más estables en el futuro.

El esquema de evaluación de líneas avanzadas por medio de ensayos de rendimiento incluye dos años de ensayos preliminares y tres de ensayos zonales. (Figura N° 3).

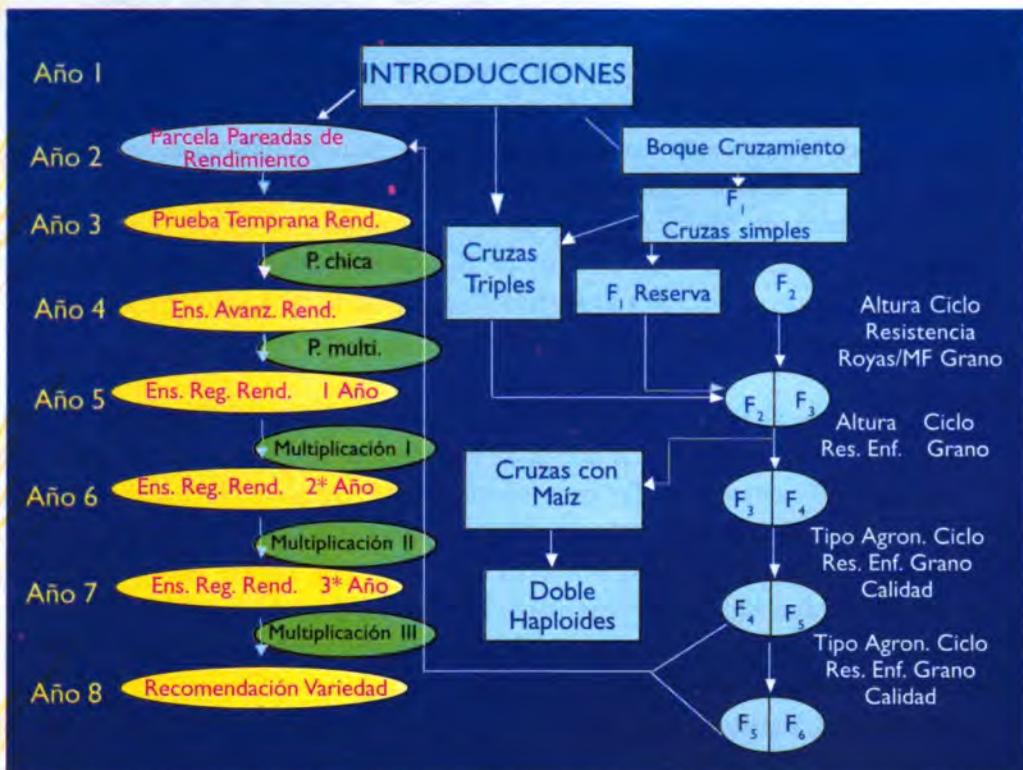


Figura N° 3 Esquema del Mejoramiento de Trigo conducido en el CRIA, Capitán Miranda. Material fijado o avanzado.

N. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, E. 1974. Situación de la producción, investigación y problemas del cultivo del trigo en el Paraguay. In: Primera Conferencia Latinoamericana de Trigo. (Porto Alegre, Brasil). MAG, USAID/University of Nebraska.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1967. Programa Nacional de Trigo. Asunción, Paraguay. MAG. 56 p.

Paraguay. Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria y Forestal. Programa Nacional de Investigación Triguera. 1976. Informe Anual. Asunción, Paraguay. MAG/DIEAF/PIT. 33 p.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1977. Programa Nacional de Trigo. Asunción, Paraguay. MAG. 122 p.

1980. Programa Nacional de Trigo: I. Evaluación de la Campaña 1979. II. Metas para la Campaña 1980. Asunción, Paraguay. MAG. 45 p.

1980. Programa de Investigación de Trigo: Resultados de la Investigación: Ciclo I. Evaluación de la Campaña 1979. II. Metas para la Campaña 1980. Asunción, Paraguay. MAG. 45 p.

1996. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1995. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. 35 p

1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc.001. 36 p.

1999. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1998. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc.003. 48 p.

2000. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1999. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc.004. 46 p.

2001. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2000. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 005. 52 p.

2002. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2001. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc.006. 103 p.

2003. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2002. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc.007. 45 p.

2004. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2003. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc.012. 50 p.

Pedretti, R.; Viedma L. de. 1988. Estrategia de la DIEAF y progreso alcanzado en el mejoramiento genético para resistencia a enfermedades del trigo. In: Seminario sobre mejoramiento genético para resistencia a enfermedades. (1988:2-10 Oct. Passo Fundo, R.S. Brasil). EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. 10 p.

Pedretti, R.; Kohli, M.M. 1991. Wheat Production in Paraguay: Trends, Major Constraint and Potential. In: Proceedings of the Wheat for Nontraditional Warm Areas. International Conference. (1990: Jul 29-Ago 3. Iguazú, Brasil). E. Saunders. Iguazú-Brasil. UNPD/CIMMYT. p. 84-95.

Sorrenson, W.J.; Duarte, C.; López Portillo, J. 1998. Aspectos económicos de los sistemas de siembra directa y labranza convencional en pequeñas fincas de Paraguay. Implicancias en la política y la inversión (Traducción: H. Causarano).

Torres R.; Pedretti R. 1981. Informe de Paraguay. In: Reunión de Especialistas Nacionales en Septoria y Giberela. (1981: 27-30 Oct. Passo Fundo, Brasil), IICA/PROCISUR/BID.

Viedma, L. de; Bozzano G. 1986. Las royas del trigo en Paraguay. In: Diálogo XIII. Royas de cereales de invierno. Montevideo-Uruguay. IICA/PROCISUR/BID. p. 153-164.

Viedma, L. de. 1987. Importancia y distribución de la Fusariosis del trigo en el Paraguay. In: Taller sobre Fusariosis de la espiga. (1987: 6-11 Set. Encarnación, Paraguay). CIMMYT. Encarnación, Paraguay. p. 39-48.

Viedma, L. de; Kohli, M.M. 1997. Spot blotch and Tan spot of wheat in Paraguay. In: Helminthosporium Blights of wheat. Ed. by. E. Duvallier, H.J. Dubin, J.Reeves and A. McNab. El Batán, México. CIMMYT/UCL-BADC. p. 123-133.

Viedma, L. de; Kohli, M.M. 1998. Tan spot fo wheat in Paraguay. In: 7th. International Congress of Plant Pathology. (1998: 9-16 Ago. Edinburgh, Scotland). Offered Papers. Abstract – Vol.3. Theme 5. British Society for Plant Pathology.

Viedma, L. de; Morel, W. 2003. Wheat Blast in Paraguay. In: Conferencia Panamericana de Fitopatología. (2003: 11-16 Abr. South Isla de Padres. Texas, USA).

II. VARIEDADES Y ÉPOCAS DE SIEMBRA ²

Las variedades muestran diferencias marcadas en cuanto a las zonas de adaptación; en el ciclo, la altura de la planta, resistencia a enfermedades y en la capacidad o potencial de producción. En consecuencia, es de fundamental importancia que el agricultor tome en consideración las informaciones técnicas disponibles para efectuar la selección de la variedad, conforme a la zona en que será sembrada y a las condiciones de producción.

A continuación, se describen las características de las variedades que han sido liberadas por el Programa de Investigación de Trigo y que se encuentran en cultivos comerciales.

A.PRINCIPALES VARIEDADES DE TRIGO

I. Cordillera - 3.

Es una variedad de ciclo y porte intermedio, resistente al vuelco. Últimamente expresa susceptibilidad a la roya de la hoja, pero es resistente a la roya del tallo. Tiene una moderada susceptibilidad al oidio y manchas foliares, excepto a la mancha amarilla, a la cual es moderadamente resistente. Tiene una débil susceptibilidad a la fusariosis de la espiga y piricularia.

Bajo condiciones óptimas de cultivo y clima, expresa un potencial muy elevado de rendimiento. Tiene el grano de tamaño mediano, de color rojo y textura vítrea; es moderadamente resistente a la germinación en la espiga y posee un alto peso hectolítrico.

El cultivo de esta variedad está recomendado en todas las zonas trigueras del país.

² Por: Paniagua, C. Ing. Agr. MSc. Fitomejorador. MAG/DIA/CRIA.
Bogado, E. Ing. Agr. Fitomejorador. MAG/DIA/CRIA.
Barboza, V. Ing. Agr. Área Manejo de Cultivos. MAG/DIA/CRIA.

2. IAN - 8 Pirapó.

Es una variedad de ciclo y porte intermedio, resistente al vuelco.

Es moderadamente susceptible a resistente a la roya de la hoja y resistente a la roya del tallo. Es susceptible a la mancha amarilla y al oidio, pero tiene resistencia moderada a la mancha marrón y a la fusariosis de la espiga.

Su potencial de rendimiento no es muy elevado, pero es tolerante a las condiciones desfavorables en época de cosecha. Posee alta calidad industrial y es apta para todo tipo de panificación. Tiene grano mediano, de color rojo y es resistente a la germinación en la espiga. Su siembra es recomendable en todas las áreas trigueras del país.

3. IAN - 9 Iguazú.

Es una variedad de porte medio, ciclo intermedio a largo y hábito de crecimiento erecto. Como resultado, tiene resistencia al vuelco. Es moderadamente susceptible a la roya de la hoja, oidio, manchas foliares y a la fusariosis de la espiga.

Su alta producción en ambientes favorables es similar a la de Cordillera-3. Tiene granos rojos, semi-alargados y vítreos de tamaño mediano. Su peso hectolítrico es alto y es apta para panificación directa. Por su amplia adaptación, se recomienda su siembra en todas las regiones trigueras del país.

4. Itapúa - 40 Obligado.

Es una variedad de porte medio, ciclo intermedio, resistente al vuelco.

Es moderadamente susceptible a la roya de la hoja. Es resistente a la roya del tallo. En cuanto a las manchas foliares (helmintosporiosis) y a la fusariosis de la espiga, su comportamiento es de moderada susceptibilidad. Sembrado muy temprano y fuera de la época de siembra recomendada, es susceptible a la piricularia.

Bajo condiciones óptimas de cultivo y clima, expresa un potencial muy elevado de rendimiento. Entre las variedades nacionales es una de las más sembradas en el país debido a su amplia adaptación. El grano es

de tamaño mediano, color rojo y textura vítrea. Posee una excelente calidad industrial y es apta para todo tipo de panificación.

La característica más distintiva de esta variedad es su alta resistencia a las lluvias durante la cosecha.

5. Itapúa – 45 Don Pani.

Es una de las nuevas variedades de alto potencial de rendimiento, porte medio, ciclo corto (precoz) y hábito de crecimiento semi-erecto. Posee excelente resistencia al vuelco.

Es resistente a moderadamente resistente a la roya de la hoja y es resistente a la roya del tallo. Hasta ahora, su comportamiento para oidio, manchas foliares y fusariosis de la espiga, ha sido de moderada resistencia. Sembrado muy temprano y fuera de la época de siembra recomendada, es susceptible a la piricularia.

Es una variedad precoz, de alto potencial de rendimiento y calidad panadera. Tiene granos rojos, ovoides y vítreos. Por su amplia adaptación es recomendada en todas las zonas trigueras del país.

6. Itapúa – 50 Amistad.

Es una variedad de muy alto potencial de rendimiento, porte medio, ciclo precoz a intermedio, con buen nivel de resistencia al vuelco.

Es moderadamente susceptible a la roya de la hoja y resistente a la roya del tallo. Para el oidio, manchas foliares y fusariosis de la espiga, su resistencia es moderada.

Posee una excelente adaptación a nivel nacional y muestra altos rendimientos en campos bien manejados. Es una variedad de alta calidad industrial que se refleja en el alto rendimiento harinero. Es resistente a la germinación en la espiga. Su peso hectolítrico es alto (82).

7. Itapúa – 55 Don H. Bertoni.

Es una variedad de alto potencial de rendimiento, porte medio, ciclo precoz a intermedio y hábito de crecimiento semi-erecto, con buen nivel de resistencia al acame.

Es susceptible a moderadamente susceptible a la roya de la hoja y resistente a la roya del tallo. Para el oidio, manchas foliares y fusariosis de la espiga, mantiene una susceptibilidad baja. Sembrado muy temprano y fuera de la fecha de época de siembra recomendada, es susceptible a la piricularia.

Tiene granos rojos, ovoideos y vítreo de tamaño mediano a grande. Su peso hectolítrico es alto (80) y es resistente a la germinación en la espiga. Posee buenas características de calidad para su panificación directa.

Su siembra esta recomendada en todas las regiones del país.

8. Itapúa - 60 Don Emilio.

Es una variedad de alto potencial de rendimiento, porte medio, ciclo intermedio y hábito de crecimiento semi-erecto, con buen nivel de resistencia al acame.

Es algo susceptible a la roya de la hoja y resistente a la roya del tallo. Es moderadamente resistente al oidio, y manchas foliares. Para la fusariosis de la espiga mantiene una susceptibilidad baja.

Posee una excelente adaptación a nivel nacional y muestra altos rendimientos en campos bien manejados. Tiene granos rojos, ovoideos y vítreos de tamaño mediano a grande. Su peso hectolítrico es medio y posee buenas características de calidad para su panificación directa. Es moderadamente susceptible a la germinación en la espiga.

9. IAN - 10 Don Arte.

Es una variedad de alto rendimiento, porte medio, ciclo semi-precoz y hábito de crecimiento semi erecto. Posee excelente resistencia al vuelco.

Es resistente a moderadamente resistente a la roya de la hoja y es resistente a la roya del tallo. Su comportamiento para oidio, manchas foliares y fusariosis de la espiga ha sido de moderada resistencia.

Tiene granos rojos, ovoides y vítreos de tamaño mediano a grande. Su peso hectolítrico es medio y posee buenas características de calidad para su panificación directa.

Es tolerante a las lluvias en época de cosecha. Por su amplia adaptación, es recomendada en todas las zonas trigueras del país.

B. ÉPOCA DE SIEMBRA

La siembra de trigo debe efectuarse dentro de la época óptima que se encuentra comprendida entre fines del mes de abril y todo el mes de mayo, pudiendo prolongarse en casos excepcionales hasta los primeros días del mes de junio, según la variedad a ser sembrada.

La fecha óptima de siembra puede definirse como aquella que permite alcanzar los mejores rendimientos, no pudiendo ser absolutos en ningún caso por los imponderables factores climáticos que pueden presentarse en un año determinado.

Dentro de las zonas trigueras nacionales podemos definir dos áreas extremas en función de las fechas de siembra.

La primera, al Norte y Este de la Región Oriental del País, para los Departamentos de San Pedro, Caaguazú, Amambay, Canindeyú y Alto Paraná (norte), donde se recomienda iniciar la siembra desde los últimos días del mes de abril (segunda quincena de abril), hasta los primeros 20 días del mes de mayo, aunque bien puede extenderse hasta los últimos días del mes de mayo y muy excepcionalmente hasta los primeros días del mes de junio.

La segunda zona bien definida, abarca el área de mayor superficie de cultivo, y comprende la región Sur del país, es decir Alto Paraná (sur) e Itapúa, en donde se recomienda la siembra durante todo el mes de mayo y excepcionalmente hasta los primeros días del mes de junio; en lo posible no sembrar después de 15 de junio.

La razón de las recomendaciones mencionadas, radica principalmente en las condiciones climáticas que puedan presentarse en dichas áreas. Las probabilidades de ocurrencia de heladas en los meses de julio y agosto son mucho mayores en Itapúa que en otras áreas, lo cual podría coincidir con los días de antesis (floración), etapa fenológica del desarrollo del cultivo de trigo en que las heladas ocasionan mayor daño al mismo. Esto podría ocurrir con las siembras más tempranas realizadas en los últimos días del mes de abril y en la primera quincena del mes de mayo con las variedades precoces.

Por otra parte, las condiciones climáticas adversas, principalmente lluvias continuas que normalmente se presentan a fines del mes de setiembre y prácticamente durante todo el mes de octubre, afectan la producción y la

calidad del grano del trigo. El efecto de las lluvias continuas, provoca una mayor pérdida económica en el momento de su comercialización.

Esto ocurre generalmente con las variedades de trigo sembradas en forma tardía en el mes de junio y con mayor frecuencia en las variedades de ciclo largo y poco tolerantes a las precipitaciones continuas o germinación en la espiga.

Para las zonas de Alto Paraná (norte), Canindeyú y San Pedro, hay una diferencia en temperaturas mínimas registradas, que son superiores a las del Departamento de Itapúa, lo que hace que las posibilidades de heladas sean menores en dichas zonas permitiendo las siembras más tempranas.

Otro aspecto que puede presentarse, es el déficit hídrico a partir del mes de junio y que puede extenderse hasta la primera quincena del mes de setiembre. La intensidad de la sequía depende de la falta de precipitaciones en diferentes etapas críticas de desarrollo del cultivo durante estos meses. Si el cultivo sufre una falta de agua en la etapa de macollamiento, esto puede influir en el rendimiento, lo cual podría darse con la siembra de fines del mes de mayo y con aquella de la primera quincena del mes de junio.

El manejo de las variedades en función a las épocas, se establece generalmente para que el periodo de espigazón/floración no coincida con los días de mayores riesgos de heladas y para que las lluvias continuas en la etapa de maduración fisiológica y de cosecha, no afecten a la producción y a la calidad del grano. Para el efecto, se recomienda iniciar la siembra con las variedades de ciclo más largo en la zonas con mayores probabilidades de heladas. En las siembras tardías, se recomiendan los materiales de ciclo más corto para lograr la cosecha a fines de setiembre y en los primeros días del mes de octubre.

A continuación se señalan las épocas adecuadas de siembra de las variedades liberadas por el Programa de Trigo:

ÉPOCAS	VARIEDADES
20 al 30 de abril	Itapúa 40, Itapúa 50, Itapúa 55, Itapúa 60 (Zona norte y este del país)
1 al 15 de mayo	IAN 8, IAN 10, Itapúa 40, Cordillera 3, Itapúa 45, Itapúa 50, Itapúa 55, Itapúa 60
15 al 30 de mayo	Cordillera 3, IAN 10, Itapúa 40, Itapúa 45, Itapúa 50, Itapúa 55
1 al 15 de junio	Itapúa 45

La siembra escalonada y la utilización de más de una variedad en la misma finca, es una práctica recomendada, cuya adopción debe ser enfatizada con el fin de obtener una mayor estabilidad de rendimiento a nivel de cultivo. Con esta práctica, lo que se busca es disminuir los riesgos por factores climáticos adversos que pueden presentarse durante el ciclo del cultivo.

C . ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA LA SIEMBRA.

Para el éxito de la siembra del trigo, se debe realizar el manejo adecuado del suelo, de manera a elevar la productividad, la rentabilidad y la sustentabilidad del cultivo. Además, combatir la erosión y mantener la materia orgánica, es fundamental para la conservación de la fertilidad del suelo.

La siembra deberá realizarse en surcos separados a una distancia entre 15 cm a 20 cm., a una profundidad de 3 cm a 6 cm., aproximadamente utilizando una densidad de 320 semillas a 350 semillas viables, por m². (de 100 kilos a 130 kilos de semilla por hectárea), con un mínimo de 80% de poder germinativo.

La densidad está indicada para la siembra en hileras, la cual posee las siguientes ventajas:

- Distribución más uniforme de semillas.
- Mayor eficiencia en la utilización de los fertilizantes por las plantas.
- Menor posibilidad de daños a las plantas, cuando se realizan las aplicaciones de herbicidas, fungicidas e insecticidas durante el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo.

La cantidad de semilla por metro lineal o metro cuadrado debe ser calculada en función del resultado de la prueba de germinación.

Para realizar una buena siembra y una buena distribución de semillas por metro lineal y por ende, de kilogramos de semilla por hectárea, siempre se recomienda conocer su poder germinativo y el peso de mil granos, considerando que la semilla tiene un costo determinado y que una sobreutilización por superficie de la misma, incrementa sustancialmente el costo de producción por hectárea. Por consiguiente la cantidad de semilla está dada por las siguientes fórmulas:

$$1. \text{ N}^\circ \text{ de semillas/m.lineal} = \frac{\text{N}^\circ \text{ semillas/m}^2 \times \text{espaciamiento (cm)}}{\text{poder germinativo (\%)}}$$

$$2. \text{ Semillas en kg/há.} = \frac{\text{N}^\circ \text{ semillas/m}^2 \times \text{peso de mil granos (g)}}{\text{poder germinativo (\%)}}$$

Ejemplo:

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas/m.lineal} = \frac{350 \text{ sem./m}^2 \times 17\text{cm}}{80\%} = 74,3 \text{ semillas por metro lineal.}$$

$$\text{Semillas en kg./há.} = \frac{350 \text{ sem./m}^2 \times 28 \text{ gramos}}{80\%} = 122,5 \text{ kg./há. de semilla.}$$

El peso de mil granos varía de acuerdo con las variedades, con la calidad del grano y las condiciones agroclimáticas ocurridas durante su ciclo de producción. También, niveles de fertilización, incidencia de enfermedades en el campo, incidencia de malezas y condiciones de manejo pos cosecha (temperatura, humedad, patógenos, insectos, roedores, otros) en su conjunto, inciden en el buen llenado, calidad y peso de la semilla.

El peso de mil granos está relacionado con el tamaño del grano, tal como se observa a continuación:

Tamaño	Peso de mil granos
Grano pequeño	Menor a 30 gramos.
Grano intermedio	De 30 a 35 gramos.
Grano grande	De 36 a 40 gramos.

D REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Paniagua, C.; Schwartzman, J.; Kohli, M.M. 1994. Tres nuevas variedades de trigo de alto rendimiento. Asunción, Paraguay. (Boletín de Divulgación N° 34). MAG/SSEA/DIA. 10 p.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1992. Programa de Investigación de Trigo. Itapúa 40 – Nueva variedad de trigo. Caacupé, Paraguay. MAG/DIA. (Tríptico).

_____ 1993. Programa de Investigación de Trigo. IAN 9 – Iguazú – Nueva variedad de trigo. Caacupé, Paraguay. MAG/DIA. (Tríptico).

_____ 2000. Programa de Investigación de Trigo. Trigo – Variedad Itapúa 45 – Don Pani. (Tríptico). Capitán Miranda, Paraguay. MAG/SSEA/CRIA/PIT. Doc. N° 7.

_____ Programa de Investigación de Trigo. Trigo – Variedad Itapúa 50 – Amistad. (Tríptico). Capitán Miranda, Paraguay. MAG/SSEA/CRIA/PIT. Doc. N° 8.

_____ Programa de Investigación de Trigo. Trigo – Variedad Itapúa 55 – Don H. Bertoni. (Tríptico). Capitán Miranda, Paraguay. MAG/SSEA/CRIA/PIT. Doc. N° 9.

_____ Programa de Investigación de Trigo. Principales Variedades de Trigo: Itapúa 45 – Don Pani, Itapúa 50 – Amistad, Itapúa 55 – Don H. Bertoni. (Tríptico). Capitán Miranda, Paraguay. MAG/SSEA/CRIA/PIT. Doc. N° 7.

_____ 2002. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la investigación en el cultivo de trigo. Ciclo 2001. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA/PIT. Doc. N° 6. 40 p.

_____ Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la investigación en el cultivo del trigo. Ciclo 2002. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA/PIT. Doc. 007. 49 p.

_____ 2003. Programa de Investigación de Trigo. Variedad Itapúa 60 – Don Emilio. (Tríptico). Capitán Miranda, Paraguay. MAG/SSEA/CRIA/PIT. Doc. N° 10.

_____ Programa de Investigación de Trigo. Variedad de Trigo IAN 10 – Don Arte. (Tríptico). Capitán Miranda, Paraguay. MAG/SSEA/CRIA/PIT. Doc. N° 11.

Torres, R.; Alarcón, E.; Schvarzman, J. 1985. Nuevas variedades de trigo de alto rendimiento. Asunción, Paraguay. (Boletín de Divulgación N° 19) MAG/DIEAF/PNT. 12 p.

Torres, R.; Pedretti, R.; Alarcón, E.; Alvarez, L.A. 1983. Cultivo del Trigo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay. (Circular Técnica N° 16). MAG/DIEAF. 12 p.

III. MANEJO DEL CULTIVO³

A. INTRODUCCIÓN.

Son muchos los factores que afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento final de un cultivo de trigo, como ser la fecha de siembra, la fertilidad y cantidad de semillas entre otros, y que son fáciles de manejar, o en su defecto de corregir. Con otros factores como la temperatura, la luz etc., no ocurre lo mismo. Así por ejemplo, es común apreciar que una misma variedad sembrada en localidades diferentes tiene un comportamiento distinto, demostrando el efecto del ambiente (García 1991). Por lo tanto, el productor que desee aprovechar al máximo el potencial genético de un material de trigo moderno como el utilizado hoy día, debe tratar de modificar sus prácticas, según las exigencias del mismo. De ahí la importancia de entender mejor los estados de crecimiento y desarrollo de la planta de trigo para aplicar correctamente las prácticas culturales o de manejo que la misma requiere.

B. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE TRIGO.

Básicamente se señalan:

- *** Influencias genéticas:** Los trigos modernos han sido seleccionados de tal modo a que maduren mucho antes que las variedades de porte más alto del pasado. Esta precocidad, permite a los agricultores tener en cuenta el ciclo de crecimiento en las zonas donde las precipitaciones y las heladas son limitantes como la Región Sureste del Paraguay.
- *** Influencia del suelo:** Si la humedad es adecuada, los trigos modernos pueden producir 15 kg. a 30 kg. de grano adicional por cada kg. de nitrógeno que se incorpore como fertilizante, hasta los primeros 70 kg./há. de nitrógeno. A partir de ahí, los rendimientos por lo general van aumentando a una tasa decreciente, observándose incluso susceptibilidad al vuelco en las variedades de porte alto. Sin embargo, la respuesta al fertilizante varía ligeramente de localidad a localidad. La relación del peso del grano al peso total de la parte aérea de la planta que se conoce como “índice de cosecha”, es una medida de la eficiencia de la planta en aprovechamiento de la luz, del agua y de los nutrientes para producir granos. En la actualidad, gracias al avance de la tecnología, las prácticas en materia de fertilización, se realizan en base a los resultados esperados

³Por: Barbosa Sosa, V. Ing. Agr. Técnico Investigador – Sección Agronomía. MAG/DIA/CRIA. Capitán Miranda – Itapúa, Paraguay.

y según lo establezcan los análisis de suelo. Las decisiones de aplicar mayores dosis de nitrógeno al cultivo, deberán basarse en el historial del área, en la rotación de cultivos, en el sistema de labranza, fertilidad etc.. Por otra parte, no se debe aumentar el nitrógeno aplicado en suelos donde previamente se haya cultivado una leguminosa por el riesgo de provocar acame. En cambio si el cultivo anterior fue una gramínea, se sugiere aumentar la dosis de este nutriente (Tabla N° 1).

Tabla N° 1: Exportación de nitrógeno en las cosechas y restitución vía rastrojo.

Cultivo	Exportación			Remanente		
	Grano (Kg./há)	% de N	Cantidad de N (Kg.)	Rastrojo (Kg./há)	% de N	N que vuelve al suelo (Kg.)
Trigo	3.300	2.00	66	7.680	0.73	56.0
Soja	2.500	5.80	145	4.660	1.30	61.0*
Maiz (ciclo largo)	6.400	1.70	109	9.600	0.80	77.0

Fuente: Fortunato y Gambaudo. 1995

*Más lo que queda en las raíces (nódulos).

- * Influencia del sistema de labranza y rotación de cultivos:** Es notable la influencia de la rotación de cultivos en el sistema de siembra directa y en la reducción de enfermedades como “pudrición común” (*Helminthosporium sativum*) y “mancha amarilla” (*Drechslera tritici repentis* en el trigo), según se observa en la Tabla N° 2, (Viedma, L. de. 1998). Esta influencia pudo notarse mejor en la rotación con avena y vicia, luego de dos inviernos sin trigo. En el caso de manchas foliares, las parcelas de trigo después de avena -luego de un invierno sin trigo- presentaron la más baja incidencia, a las mismas.

Tabla N° 2 Intensidad de la pudrición radicular y manchas foliares del trigo en rotación de cultivos, en siembra directa. CRIA. Capitán Miranda. 1995.

Tratamiento	Pudrición radicular. Grado de Intensidad*	Mancha foliar **	Sistema de Labranza
Monocultivo de trigo	9.7	10.8	SD
Monocultivo de trigo	3.4	6.9	LM
Monocultivo de trigo	1.4	3.3	SC
Trigo después de avena	2.5	2.6	SD
Trigo después de avena y vicia (dos inviernos sin trigo)	1.9	2.9	SD

* Pudrición común (*Helminthosporium sativum*)

** *H. Tritici repentis*.

Referencias utilizadas:

SD: Siembra Directa LM: Labranza Mínima SC: Siembra Convencional.

Fuente: Lidia de Viedma. 1995.

En la Tabla N° 3, se observa la influencia de los sistemas de labranza y de rotación de cultivos en los rendimientos de granos de trigo, donde sobresalen nítidamente los rendimientos en siembra directa, tanto en sucesión como en rotación de cultivos y principalmente en años buenos. En particular, el mayor rendimiento se obtuvo en la rotación, donde el trigo se dejó de sembrar en dos ciclos consecutivos y posterior a la avena negra y vicia común (Barboza et al. 2001).

Tabla N° 3 Efecto de la rotación de cultivos en siembra directa sobre el rendimiento del trigo en kg/há. CRIA. Capitán Miranda.

Tratamiento	Años					Promedio (Kg./há)
	1992	1993	1994	1995	1996	
SC Sucesión S-T (T)	3.754	2.821	1.865	1.463	3.709	2.722
LM Sucesión S-T (T)	3.790	2.815	1.449	1.667	3.999	2.744
SD Sucesión S-T (T)	3.973	2.675	1.767	1.552	4.226	2.839
SD Sucesión S-T/S-A	3.835	Avena	1.279	Avena	3.808	2.974
SD Rotación S-V/M-T/S-A	Vicia	2.461	Avena	Vicia	4.531	3.474
PROMEDIO/AÑO (Kg./há)	3.838	5.693	1.590	1.561	4.055	

Referencias utilizadas:

SD: Siembra Directa LM: Labranza Mínima SC: Siembra Convencional. S: Soja
T: Trigo A: Avena V: Vicia M: Maíz T: Testigo

Igualmente en la Tabla N° 4, se ha podido observar un mayor desarrollo radicular del trigo en siembra directa, atravesando la capa compactada (20 cm.-35 cm), constatándose un 14% del peso total de la raíz de trigo a partir de los 50 cm de profundidad (Shimada et al. 1999).

Tabla N° 4: Variación del peso seco de la raíz de trigo (*) según diferentes profundidades en siembra directa y convencional. CRIA. Capitán Miranda. 1995.

Siembra \ Profundidad del (cm)	CENTIMETROS						
	0-5	10-15	20-25	30-35	40-45	50-55	60-65
Siembra Convencional							
Punto A	60.7	22.4	7.8	3.0	3.8	3.8	0.0
Punto B	106.6	30.6	6.6	3.8	5.2	0.0	0.0
Punto C	69.4	44.1	7.2	5.4	3.3	0.0	5.5
Promedio (%)	60.8	25.0	5.5	3.2	3.2	1.0	1.3
Siembra Directa							
Punto A	131.0	25.8	6.1	4.2	8.7	16.8	19.8
Punto B	122.7	48.0	13.2	16.2	13.2	12.9	15.2
Punto C	130.9	34.0	9.2	12.3	10.9	11.0	21.3
Promedio (%)	56.3	15.7	4.2	4.8	4.8	6.0	8.2

Fuente: Shimada y Romero. 1994.

* Peso seco de la raíz de trigo en el período de maduración, expresado en grs/planta con cuatro años de práctica con SD y SC.

Si se hace una comparación de la tasa de infiltración de agua en **soja-trigo** y **soja-lupino/maíz-trigo** en dos sistemas de labranza y a una intensidad de 60 mm/h de lluvia, la siembra directa tiene sustancialmente mayor poder de infiltración que el sistema convencional. Con esto queda demostrado que en siembra directa, todas las rotaciones de cultivos presentan altas tasas de infiltración debido a los residuos que se encuentran en superficie (Roth et al. 1987).

*** Influencia de las fechas de siembra:** En el manejo de cultivos, uno de los factores corregibles es la fecha de siembra. Según estudios realizados en el CRIA, los meses de mayo y junio son los más adecuados para la siembra. Se obtienen resultados satisfactorios con la siembra a partir del 15 de mayo, disminuyendo el rendimiento a medida que se aleja de esta fecha (Figura N° 4). Las siembras tempranas corren siempre el riesgo de ser afectadas por las heladas, principalmente las variedades precoces. Las siembras tardías en su defecto, ya escapan a las condiciones ideales de clima y a su vez la cosecha coincide con el período lluvioso del mes de octubre. Debido a los cambios climáticos que suceden hoy día, la cosecha del trigo debe ser realizada en lo posible, antes del período de lluvias que por lo general se presenta en los últimos días del mes de setiembre.

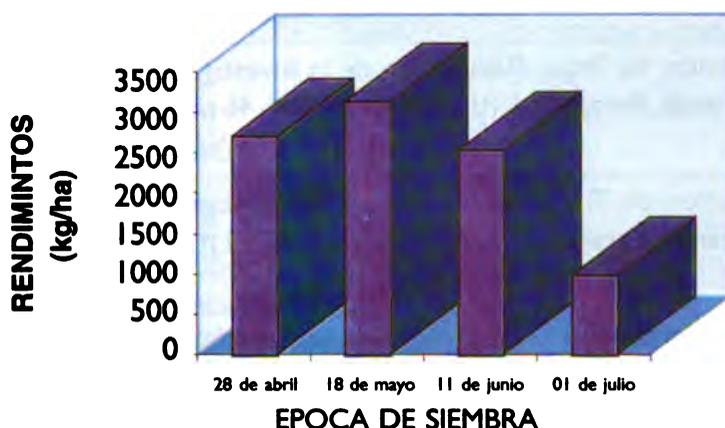


Figura N° 4. Rendimiento del trigo según épocas de siembra. CRIA. Año 1997.

C. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Barboza, V. 2001. Manejo del cultivo del trigo. Manual técnico de trigo. Revista El Productor. Asunción, Paraguay. Año 2. N° 13. p. 38-40.

CNPT-EMBRAPA, FUNDACEP-FECOTRIGO. FUNDACAO ABC. 1993. Plantío Directo no Brasil. Passo Fundo, Brasil. Aldeia Norte. 166 p.

Derpsch, R. 1994. Rotación de cultivo en el sistema de siembra directa: Avances en siembra directa. Asunción, Paraguay. PROCISUR/IICA. In: Diálogo XLIV. p. 167-193.

García, R. 1991. Carpeta de Producción Vegetal: Trigo. Pergamino, Argentina, INTA. (Información N° 128). 4 p.

Kohli, M. M.; Martino, D 1997. Explorando altos rendimientos en trigo. Colonia, Uruguay. INIA/La Estanzuela. CIMMYT/INIA. 339 p.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1996. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1995. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. 35 p.

_____. 1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 001. 36 p.

_____. 1999. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1998. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 003. 48 p.

_____. 2000. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1999. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 004. 46 p.

_____. 2001. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2000. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 005. 52 p.

_____. 2002. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2001. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 006. 103 p.

_____. 2003. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2002. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 007. 45 p.

_____. 2004. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2003. Capitán Miranda, Paraguay. CRIA/PIT. Doc. 012. 50 p.

Shimada, T.; Romero, A. 1994. Distribución de las raíces de soja y trigo en siembra directa y convencional. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. 10 p.

Shimada, T.; Romero, A.; Hayasaka, T.; Paredes, C. 1999. Effect of no-tillage cultivation on crop root distribution, soil physical and chemical properties in *Terra Roxa* soil. (J. Jpn.Soc.Soil Phys. N° 82). p. 55-65.

IV. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL TRIGO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO.⁴

A. INTRODUCCIÓN.

Las enfermedades del trigo en el Paraguay constituyen factores limitantes para la producción de este importante cereal. La intensidad de dichas enfermedades es variable de un año a otro, siendo la causa principal las condiciones climáticas inestables durante el período de crecimiento del cultivo.

La variación climática y la falta de predicción se deben mayormente a la distribución irregular de las lluvias. La ocurrencia de lluvias frecuentes durante la espigazón, sumada a temperaturas elevadas, contribuyen para el ataque severo de enfermedades, constituyéndose en la principal causa de la inestabilidad de las cosechas. Cuando la época de maduración y formación de granos se presenta lluviosa, puede producirse germinación en la espiga, con el consecuente perjuicio en la calidad del grano.

El mejoramiento genético a nivel mundial, ha sido exitoso con relación a la incorporación de la resistencia para los patógenos denominados "biotróficos" como las royas y los oidios, donde la resistencia es gobernada por unos pocos genes. Sin embargo, para los hongos denominados "necrotroáficos", donde la resistencia aparentemente es gobernada por varios genes, el éxito no ha sido tan significativo.

B. FACTORES DETERMINANTES DE LAS ENFERMEDADES PARASITARIAS.

Los tres factores que determinan la infección en una planta son: hospedero, patógeno y ambiente. Los patógenos representan al agente causal de enfermedades bióticas y los principales son los hongos. El hospedero es la planta de trigo y la fuente nutricional de los patógenos que procuran no separarse del hospedero en su lucha por la sobrevivencia. La separación significa la posibilidad de sucumbir por inanición.

Los patógenos mantienen contacto físico con la planta durante la estación del cultivo causando daños económicos. Además, al estar en contacto con plantas voluntarias fuera de estación y con restos de cultivos o semillas infectadas, permanecen libres (en el suelo), esperando la disponibilidad de alimentos. La humedad es el factor determinante esencial en la ocurrencia de las enfermedades de las plantas. La temperatura retarda o acelera el proceso de reproducción.

⁴Por: Viedma, L. de. Ing. Agr. MSc. Fitopatóloga. MAG/DIA/CRIA.
Morel Paiva, W. Ing. Agr. Fitopatólogo. MAG/DIA/CRIA.

El número de generaciones de un patógeno es función de la temperatura. Así, por ejemplo, la roya de la hoja completa su ciclo en 5-6 días con 20 C.

La humedad no es importante como precipitación total, más bien lo es la duración del agua libre o mojado de las hojas (en forma líquida) en la superficie de los órganos verdes de la planta de trigo. La presencia del agua libre (rocío, neblina o lluvia) ayuda a la germinación de los esporos de algunas especies de hongos. Los esporos de *Puccinia*, (Footnotes)

Bipolaris y *Pyricularia* son diseminados por el viento y si el tiempo es seco, se depositan sobre los órganos verdes en espera de agua libre para germinar. Los esporos de *Erysiphe graminis tritici* no requieren agua libre para germinar. La velocidad del proceso de germinación, penetración e infección está en función de la temperatura, que si es óptima se realiza en un tiempo más corto.

El período crítico es el período de tiempo en horas, en el cual el clima (mojamiento y temperatura) es favorable para la germinación, penetración en los tejidos y establecimiento del patógeno en la planta (proceso de infección). En otros términos, es el número de horas en que la superficie de los órganos aéreos tiene que permanecer mojada a una temperatura dada, para que el proceso de infección sea completado (germinación, penetración y extracción de nutrientes del hospedero). Esto ocurrió en el ciclo 1998 del cultivo, donde hubieron varios periodos críticos con lluvias y altas temperaturas, lo que equivalió a varios ciclos biológicos del hongo (se acorta el periodo crítico) y como resultado se tuvo una epidemia generalizada del complejo de enfermedades del trigo, donde prevalecieron *Helminthosporium sativum* (*Bipolaris sorokiniana*) en niveles no observados en los últimos cinco años, conjuntamente con la Fusariosis del trigo. En el Paraguay, como las temperaturas son normalmente elevadas, el factor determinante es la humedad.

Para la mancha amarilla, se necesitan temperaturas más frescas, que coinciden con los meses de mayo y junio, que son lluviosos y frescos, produciéndose las infecciones en etapas vegetativas tempranas.

Según Zadoks y Schein (1979), en condiciones prácticas el hombre es otro factor preponderante; se obtiene el tetraedro y ejerce una influencia sobre los tres factores mencionados. El hombre decide cuáles son las variedades que utilizará y qué practicas culturales aplicará, es decir que contribuye para el aumento o disminución de la intensidad de las enfermedades.

C. PRINCIPALES ENFERMEDADES EN LAS REGIONES TRITICOLAS.

Los patógenos del trigo se pueden clasificar en dos tipos: biotróficos y necrotróficos.

I. Biotróficos.

Los organismos biotróficos son aquellos que se alimentan exclusivamente de tejido verde y son muy específicos. En este grupo se encuentran los patógenos causantes de las royas y de los oidios. Su principal medio de sobrevivencia durante los meses en que el trigo no es cultivado (octubre a marzo), son las plantas voluntarias y guachas; por lo tanto no pueden ser controlados por rotación de cultivos.

Las principales enfermedades causadas por estos organismos son:

a. **Roya de la Hoja (*Puccinia triticina*)**

Es considerada una de las enfermedades más importantes del trigo debido a los daños que causa. Se han registrado pérdidas de hasta 50%. Aparece todos los años en las diferentes regiones tritícolas con intensidad variable, dependiendo de las condiciones climáticas. Los síntomas se manifiestan en todos los órganos verdes, pero son más comunes en las hojas. El patógeno sobrevive en plantas voluntarias. Los teliosporos (esporas de resistencia) no cumplen ninguna función en las condiciones del país. Son favorecidas con temperaturas medias de 18° C – 20 C y 10 horas de humedad elevada para la infección. Rocíos desde las ocho de la noche hasta las ocho de la mañana predisponen a la planta al ataque de la roya. Bajo estas condiciones, se forman nuevas esporas (inóculo secundario) cada 8 días. En situaciones desfavorables, el ciclo de producción de esporas es más largo (15-20 días). Las infecciones tempranas y graves provocan una drástica disminución del rendimiento, peso hectolítrico y calidad de los granos.

Control: Cuando el 50% de las plantas presenta las primeras pústulas, en cualquier estado de desarrollo del cultivo.

Muestreo: Para determinar el nivel de la enfermedad, se deben muestrear plantas en varios puntos representativos de la finca. Si se muestrean 100 plantas y 50 plantas presentan síntomas de royas, se debe aplicar el producto fungicida recomendado. En caso de reinfección se tiene que repetir la aplicación.

b. Roya del Tallo (*Puccinia graminis tritici*)

Se manifiesta normalmente al final del ciclo cuando la temperatura es más elevada. Temperaturas de 19 °C - 22 °C con 10 horas de humedad elevada, son condiciones ambientales requeridas para la infección. Ataca tallos, vainas, hojas, glumas y aristas.

Control: Es básicamente a partir del uso de variedades resistentes y empleo de fungicidas triazoles sistémicos.

c. Oidio o Ceniza (*Erysiphe graminis*)

Los síntomas se observan en hojas y vainas reduciendo el aprovechamiento de la energía solar para la fotosíntesis. Los primeros síntomas visibles de la enfermedad son manchas pulverulentas de color blanco a gris pálido. El tejido ubicado por debajo se torna clorótico. Puede provocar la muerte de la planta en ataques severos. El hongo sobrevive principalmente en plantas voluntarias. Los conidios no requieren mojamiento foliar para infectar. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 15 °C - 22 °C y día nublado.

Control: El tratamiento de la semilla con productos sistémicos del grupo de los triazoles protege a las plántulas alrededor de 40 días y es una alternativa para variedades susceptibles. El control deberá ser iniciado cuando el nivel de infección alcanza alrededor del 20% utilizando productos específicos para oidio.

2. Necrotróficos.

Patógenos necrotróficos, son aquellos que tienen la habilidad de extraer nutrientes de tejidos muertos del hospedero. Primeramente ocasionan la muerte de pequeñas áreas de las hojas por medio de toxinas y luego pasan a alimentarse del tejido muerto. Como ejemplo tenemos a los que causan manchas foliares como *Bipolaris sorokiniana* (*H. sativum*) *Drechslera tritici repentis*, *Septoria spp.*; pudriciones radicales como *Gaeumannomyces graminis*, *Fusarium graminearum* y blanqueo de espigas como *Pyricularia spp.*

Los patógenos necrotróficos adquieren particular significancia en el sistema de siembra directa, caracterizado por la presencia de los restos de cultivos en la superficie del suelo. Estos residuos se descomponen lentamente, permitiendo que los patógenos los utilicen como sustrato para su sobrevivencia, en ausencia del cultivo.

a. Manchas Foliares

Las manchas foliares son factores limitantes para el cultivo ya que no se cuenta con un nivel adecuado de resistencia genética y la eficiencia de los agroquímicos no es muy elevada. Entre las principales se tiene a la mancha marrón causada por *Helminthosporium sativum* Pam, King y Bake, sin. *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. In Sorok.) y a la mancha amarilla de la hoja causada por *Drechslera tritici repentis* (Died.) Shoem.

1) Mancha marrón o Helminthosporiosis (*Helminthosporium sativum*)

El patógeno debe ser considerado como muy destructivo y puede causar pérdidas de consideración en años con periodos prolongados de precipitación y temperaturas de 25 C. En estas condiciones, ha causado pérdidas de rendimiento de hasta 70% en el Paraguay.

Síntomas: Aparecen lesiones en las hojas de forma alargada u oval y por lo general de color café oscuro. Cuando la lesión envejece el centro se vuelve más claro y los bordes más oscuros. Las lesiones pueden aumentar de tamaño y tomar toda la hoja. La enfermedad se presenta también como pudrición radicular, la cual se ha incrementado en los últimos años. La mancha marrón alcanzó niveles preponderantes en la campaña agrícola de 1998.

Frecuentes lluvias registradas durante la maduración del grano a cosecha producen infecciones en la semilla ocasionando “la punta negra del grano”.

Mecanismo de sobrevivencia: Como típico parásito facultativo *H. sativum* sobrevive de un año a otro asociado a restos de trigo y a otras gramíneas como *Lolium*, *Paspalum notatum*, *Echinochloa*, *Digitaria sanguinalis*, *Sorgo de alepo*, *Braquiaria* y otras malezas. La infección de la semilla se produce durante el periodo de maduración del grano. Las infecciones en la semilla pueden llegar hasta 90%. El hongo también puede sobrevivir en el suelo como conidio libre durante 47 meses (Reiss 1988).

2) Mancha Amarilla de la Hoja (*Drechslera tritici repentis*)

La mancha amarilla o bronceada causada por *Drechslera tritici repentis* es una enfermedad bastante seria en el cultivo del trigo. En el Paraguay, las primeras menciones sobre la ocurrencia de la enfermedad datan de mediados de los '80, pasando a ser la más extendida en el sistema conservacionista. Las hojas de las plantas severamente afectadas, mueren prematuramente y el hongo se multiplica abundantemente en esas hojas muertas, lo cual favorece su diseminación.

Los efectos de la mancha amarilla sobre los rendimientos del trigo pueden alcanzar niveles importantes. *Kohli et al. 1992*, reportaron que el nivel de las pérdidas ocasionado por esta enfermedad en lotes de producción de Paraguay y Argentina a principios de los '90, habría fluctuado entre el 20% y 70%. En el Paraguay, se han estimado pérdidas en el rendimiento entre 28% y 33% a nivel experimental (*Viedma 1997*).

Síntomas: Las lesiones se presentan en las hojas como puntos bronceados o café que se extienden y se convierten en manchas irregulares ovals con bordes amarillentos. En el centro de la lesión se observa un punto de color café a negro. La infección avanza y mueren las hojas completas, las espigas e incluso toda la planta.

Desarrollo de la enfermedad: El hongo pasa su fase saprofítica sobre restos de cultivos de trigo y sobrevive al verano en los residuos. Los esporos son protegidos en estructuras especiales (pseudotecios) durante el periodo sin cultivo. Las ascosporas son liberadas en su mayoría en los meses de abril-mayo (época de siembra) coincidente con temperaturas frescas y periodos lluviosos. Solamente después de la descomposición de los residuos, el hongo puede ser eliminado del suelo. En las

condiciones del país, esa descomposición ocurre aproximadamente a los 17 meses (Figura N° 5). La velocidad de descomposición de los restos de cultivos es un factor importante para la sobrevivencia de los hongos que viven asociados a los rastrojos.

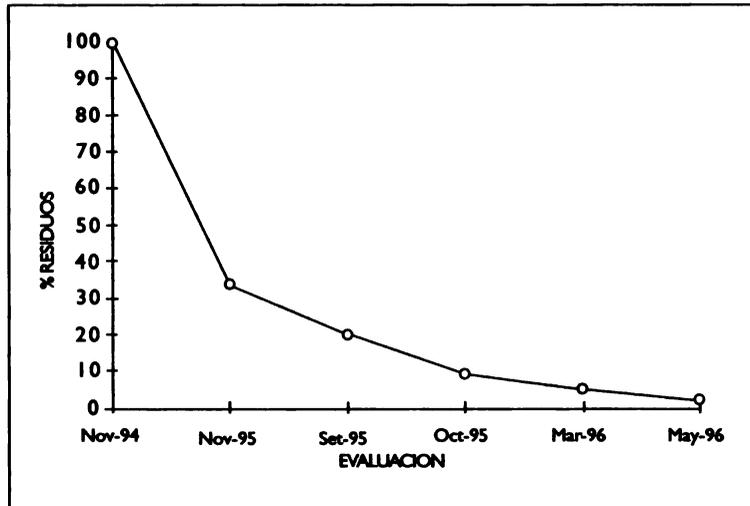


Figura N° 5 Sobrevivencia de *D. tritici repentis* en rastrojos de trigo.

El hongo puede sobrevivir en forma de conidios formados en lesiones de plantas guachas y en malezas y pastos naturales que pueden ser hospedantes voluntarios como ser *Bromus inermis*, *Andropogon gerardi*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus arundinaceus* (Bergstrom 1992).

El hongo causante de la mancha amarilla del trigo es transmitido por medio de la semilla. Estas semillas pueden ser severamente infectadas, dependiendo de la seriedad de la infección en la hoja bandera. Según investigaciones llevadas a cabo por Reiss en 1994, el porcentaje de transmisión desde la semilla al coleóptilo es de alrededor de 25%.

H. tritici repentis puede infectar el trigo con temperaturas de 10 °C a 30 °C y períodos de 6 horas a 48 horas de mojado de las hojas.

b. Enfermedades de la espiga

1) Fusariosis o Giberela del Trigo (*Fusarium graminearum*).

La fusariosis de la espiga o giberela, causada por el hongo *Fusarium graminearum* (Schwab), es una enfermedad que se presenta con características epidémicas en años donde el estado reproductivo del cultivo coincide con períodos muy húmedos y templado-cálidos, afectando la producción de granos, la calidad de los mismos y su utilización debido a la presencia de micotoxinas. En análisis realizados en semillas de la cosecha 1998, se determinó la presencia de la toxina DON en niveles de 0.247 ppm-10 ppm (Viedma 2004 a).

Para que ocurra la infección se necesitan más de 48 horas de mojado continuo de las espigas y una temperatura media en ese período de 20°C.

Las estrategias para reducir los efectos de la enfermedad no pueden ser encaradas aisladamente. El manejo cultural, incluyendo tipos de labranza y rotaciones, es poco eficiente por la naturaleza necrotrófica del patógeno. El control químico de la enfermedad es deficiente y costoso y la mayoría de los cultivares que se encuentran en el mercado son susceptibles.

En este contexto, la obtención de cultivares con resistencia genética a la fusariosis es la mejor alternativa de control. Sin embargo, la aplicación de fungicidas sistémicos de amplio espectro durante la floración, que incluyan el control de esta enfermedad, puede considerarse una alternativa válida.

2) Añublo Piricularia del Trigo (*Piricularia grisea*)

La enfermedad llamada Añublo del trigo o Piricularia fue identificada en el Paraguay, en el año 1986. La incidencia de la enfermedad fue leve en los años 1989 y 2000.

En el año 2002, la enfermedad se presentó, por primera vez, con características epidémicas, observándose una mayor incidencia en el Departamento de Itapúa, especialmente en las localidades de Pirapó, Fram, Federico Chávez, La Paz, Alborada, Capitán Miranda y Colonias Unidas.

La enfermedad también fue observada en el Centro y Sur del Departamento de Alto Paraná. En algunos lotes muestreados, el porcentaje de espigas afectadas fluctuó entre 30% a 70% (Viedma y Morel 2003).

Condiciones climáticas favorables: El desarrollo del hongo es favorecido por frecuentes lluvias y altas temperaturas coincidentes con la emergencia de espigas. Estas condiciones favorecieron la aparición de la enfermedad en el Paraguay, en la campaña de trigo 2002, sobre todo en los cultivos que fueron establecidos en siembras tempranas.

Síntomas: Los síntomas típicos de la enfermedad, son la presencia de espigas blancas principalmente en su mitad superior. La infección en las espigas ocurre en las glumas, barbas y raquis. Sobre el raquis del trigo aparece una lesión inicialmente de color marrón a negro que más tarde se vuelve gris oscuro debido a la abundante esporulación del hongo. La infección del raquis causa una pérdida parcial o total de la espiga, dependiendo del punto de infección. La muerte de la espiga ocurre en la región localizada encima del punto de penetración y puede distinguirse fácilmente de la parte sana debajo de la infección. Ocasionalmente pueden ocurrir manchas elípticas cenicientas sobre las hojas. Las infecciones también pueden observarse en las vainas, tallos y nudos.

Etiología: El agente causal es *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia grisea*), hongo que presenta una amplia gama de hospederos, entre los cuales se destacan el arroz y el trigo. También numerosas gramíneas nativas y cultivadas son mencionadas como hospederos de este patógeno, como la avena, sorgo, maíz, centeno, braquiaria, digitaria, etc. (Metha 2000).

Pérdidas producidas: Las pérdidas dependen del estado de desarrollo del cultivo cuando las espigas son atacadas. Si el ataque ocurre en la floración, la mitad de la espiga (blanca) no produce granos.

Cuanto más tarde ocurra la infección, mejor será el llenado de granos, pero puede ocurrir infección de semillas.

Control: Al igual que la giberela, esta enfermedad es de difícil control, probablemente por la dificultad de deposición de los fungicidas recomendados que son poco eficientes para el control de la enfermedad. Sin embargo, hay referencias de control con las estrobilurinas y la mezcla de fungicidas triazoles con las estrobilurinas aplicadas en el momento de la espigazón. La eficiencia es mayor si no ocurren lluvias después de la pulverización. La desinfección de la semilla es importante, para un mejor control.

c. Pudriciones Radiculares.

Las principales pudriciones radiculares observadas en el cultivo del trigo son la pudrición común (*Helminthosporium sativum* sin. *Bipolaris sorokina*), mal del pie (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*), pudrición causada por varias especies de *Fusarium* y la marchitez de los cereales (*Sclerotium rolfsii*). La pudrición común es una enfermedad que por lo general se encuentra distribuida en todo el campo, mientras que el mal de pie se presenta en forma localizada en manchones.

1) Pudrición común (*Helminthosporium sativum*)

El síntoma más usual de la pudrición común es la formación de un sistema radicular debilitado por la interferencia en la absorción de agua y nutrientes. En esta fase de la enfermedad, los cereales de invierno como el centeno, avena, cebada, trigo y triticale son susceptibles. Las principales fuentes de inóculo son las semillas, que en algunos casos llegan a infecciones superiores a 90%; también los conidios libres en el suelo y rastrojos del cultivo en siembra directa y monocultivo, donde ocurre bastante producción de inóculo. Entre los hospederos secundarios figuran el azeven (*Lolium multiflorum*), el pasto horqueta (*Paspalum notatum*), el arro-rá (*Echinochloa cruzgalli*), la digitaria (*D. sanguinalis*) y la braquiaria (*B. plantaginea*).

Un levantamiento de enfermedades radiculares realizado en los años 1991, 1992 y 1993 en las principales zonas de producción de trigo del país, demostró que la incidencia de pudriciones radiculares fue mayor en cultivos de siembra directa. Los principales patógenos causantes de dichas enfermedades fueron *G. graminis tritici*, *H. sativum* y *Fusarium graminearum*.

2) Mal de pie (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*)

Las plantas atacadas por el mal del pie, pueden morir prematuramente produciendo espigas blancas y erectas con o sin formación de granos. El hongo causante de esta pudrición, sobrevive en el suelo en forma de colonización activa teniendo como sustrato raíces de gramíneas nativas (Reiss 1989). En plantas cultivadas susceptibles, el patógeno se mantiene en la corona de la raíz, compuesta por tejidos que resisten más a la acción descomponedora de los microorganismos del suelo. Los suelos que son trabajados intensamente reducen significativamente la enfermedad por eliminación de rastrojos. Por eso, el mal del pie es severo en parcelas de siembra directa. Su sobrevivencia en los rastrojos es favorecida por altos niveles de nitrógeno en el suelo. La enfermedad es más severa en suelos pobres y mal drenados.

Medidas de control: La principal medida de control, es la rotación de cultivos con especies no susceptibles como la avena, arveja, lupino y colza, entre otras, junto con la eliminación de hospederos secundarios. Para la pudrición común se recomienda el tratamiento de la semilla y la rotación de cultivos por lo menos por dos años con especies no susceptibles (Tabla N° 6). Las plantas voluntarias y hospederas deben ser eliminadas del área de rotación para obtener un control más eficiente.

D. ENFERMEDADES DEL TRIGO – ESTRATEGIAS DE MANEJO

En este punto se debe considerar:

I. Resistencia genética.

La resistencia genética es fundamental para tener éxito en un programa de control integrado de enfermedades. Sin embargo, el éxito en lograr resistencia contra enfermedades necrotróficas ha sido relativamente difícil. La expresión de la resistencia genética a patógenos foliares del trigo, se presenta como menor intensidad de lesiones. Esto significa que, los materiales de mejor comportamiento son aquellos en que los síntomas en las hojas superiores no sobrepasan el 20%-30% del área. En general, los niveles de resistencia a las manchas foliares de los materiales en el Cono Sur de Sudamérica no son elevados.

Comportamiento de las variedades frente a las enfermedades.

Las variedades normalmente se diferencian -entre otros aspectos- por la zona de adaptación, el ciclo, la resistencia a enfermedades y la capacidad de producción. Por estas razones, se considera que es de fundamental importancia que el agricultor tome en consideración las informaciones técnicas disponibles, para efectuar la selección de la variedad, conforme a la zona en que será sembrada y a las condiciones de producción.

El comportamiento de las variedades frente a las diversas enfermedades se resume en el cuadro siguiente.

Tabla N° 5 Reacción de las principales variedades de trigo a las enfermedades.

CULTIVAR	CICLO	ENFERMEDADES						
		Roya Hoja	Roya Tallo	Oidio	Mancha amarilla	Mancha marròn	Fusariosis	Bacteriosis
Cord. 3	Interm.	S	R	MS	MR	S	MS	S
Cord. 4	Precoz	MR	R	S	MS	MS	S	MS
IAN 8	Tardío	R	R	MS	S	MR	MS	MR
Itapúa 40	Interm.	M	R	MS	MS	MS	MS	S
IAN 9	Int. Tar.	MS	R	MS	MR	MR	S	SS
Itapúa 45	Precoz	MR	R	MR	MR	MR	MS	MR
Itapúa 50	Interm.	M	R	MS	MS	MR	MS	MR
Itapúa 55	Interm.	MS	R	MS	MS	MS	S	MS
Itapúa 60	Interm.	MS	R	MR	MR	MR	MS	MR
IAN 10	Semi P	MR	R	MR	MR	MR	MS	MR

Ref.: (R) Resistencia; (MR) Moderadamente resistente;
 (S) Susceptible; (MS) Moderadamente susceptible;
 Precoz = hasta 120 días; Intermedio = 120 a 130 días;
 Tardío = más de 130 días.

2. Rotación de cultivos.

Los principios de control mediante la rotación de cultivos, se basan en la supresión del hospedero, uno de los factores determinantes de la enfermedad. La eliminación de los restos de cultivo durante la rotación, es debida a la descomposición de los mismos por los microorganismos del suelo, lo cual lleva consigo la destrucción de los patógenos.

La influencia de la rotación de cultivos sobre las enfermedades radiculares y manchas foliares del trigo es presentada en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6 Efecto de diferentes sistemas de cultivo sobre las enfermedades del trigo.

Rotación	Sistema de labranza	Enfermedades		
		Pudrición común	Mancha amarilla **	Rendimiento Kg/há
Monocultivo de trigo	SD	19.7*	29.8*	2452 bc
Monocultivo de trigo	LM	13.4	26.9	2467 b
Monocultivo de trigo	SC	7.4	13.3	2663 b
Trigo después de avena	SD	2.5	2.6	2782 ab
Trigo después de avena y vicia	SD	0.9	1.0	2937 a
CV (%)				9.02
F value				4.28*

* Pudrición común (*Helminthosporium sativum*)

** *H. tritici repentis*

Ref: SD: Siembra Directa SC: Siembra Convencional LM: Labranza Mínima.

La mayor incidencia de la enfermedad y el menor rendimiento del trigo fueron obtenidos cuando el cereal fue cultivado todos los años en el mismo campo. La menor incidencia de enfermedades y el rendimiento más alto fueron obtenidos cuando se introdujeron rotaciones de avena y vicia en el invierno y de maíz en el verano. Los resultados indican la necesidad de usar avena en rotaciones (como abono verde o para granos), para reducir el inóculo de la enfermedad. Con la rotación de cultivos se consigue la reducción drástica de la población de parásitos. Un año sin trigo sería probablemente suficiente para eliminar el inóculo de las enfermedades menos importantes; es decir que la rotación de cultivos viabiliza la siembra directa.

En sistemas de labranza reducida, el inicio de la epidemia se adelantó con respecto a lo que sucede en labranzas convencionales; por lo tanto, la intensidad de la enfermedad durante los últimos estados de desarrollo del trigo (formación de granos), es mayor en el sistema de siembra directa.

3. Protección química.

La protección química con fungicidas se ha utilizado en la producción de trigo para estabilizar los rendimientos del cultivo y actualmente se utiliza como parte del manejo integrado de enfermedades. En ensayos conducidos durante los años 1992-1999 en el CRIA de Capitán Miranda, para evaluar la eficacia de los fungicidas, como asimismo evaluar la mejor oportunidad de aplicación, de acuerdo al nivel de infección y las pérdidas de rendimiento con relación al testigo, se lograron incrementos de rendimiento que oscilaron entre 38% y 63 % con dos aplicaciones de fungicidas, mientras que en años relativamente secos en la etapa vegetativa, se lograron incrementos de apenas 6%.

La aplicación tardía no aumenta los rendimientos, pero puede ser importante para evitar la infección de la semilla en campos precisamente de producción de semilla.

En esos experimentos, se determinó también que los fungicidas con mayor eficacia para limitar el desarrollo de la enfermedad fueron: Tebuconazol, Propiconazole, Flutriafol, Metconazole y Epoxiconazole, los cuales redujeron la intensidad de las lesiones aunque con niveles de eficacia en el control que fluctuaron entre 58% y 78%.

Los nuevos fungicidas del grupo de las estrobilurinas, tales como Azoxystrobyn, Pyraclostrobin, Trifloxystrobin evaluados durante los años 1999-2003, han demostrado un buen comportamiento en el control de las principales enfermedades del trigo.

4. Tratamiento de la semilla.

La semilla de trigo se halla frecuentemente infectada por hongos causantes de pudriciones radicales o enfermedades de la parte aérea. La presencia de semilla con punta negra es causada por *Helminthosporium sativum* y por otros organismos; también la presencia de micelio rosado provocado por *Fusarium* es indicativo de semillas infectadas. Para el control de los hongos se recomienda el tratamiento de las semillas con fungicidas.

Tabla N° 7 Fungicidas evaluados por el PIT para el tratamiento de la semilla de trigo.

Productos	Dosis/ 100 Kg de semilla	Hongos que controla			
		H. sativum	Septoria nodorum	Fusarium	Ustilago tritici
Difenoconazole 30%	200- 250	***	SI	*	***
Benomyl 20% + Thiram 20%	300	*	***	*	SI
Guazatine	200	***	SI	**	SI
Iprodione	200	***	***	*	SC
Thiram 70%	140	**	***	*	SC
Carboxin 20%+ Thiram 20%	200	***	***	*	***
Tebuconazole 20%	50	**	***	*	***
Thiram 30%+ Carbendazim 35%	200	**	***	**	SC
Thiram 37.5% + Thiabendazol 7.5%	200	**	***	***	SC
Triadimenol I	40	***	***	SI	***
Triticonazole	200	**	***	***	SC

Ref.: SI= Sin información SC= Sin control
 * = Control débil ** = Control regular *** = Buen control

E. CRITERIOS A TENER EN CUENTA PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE TRIGO.

De acuerdo a la enfermedad, se aconseja:

1. Oidio.

En variedades muy susceptibles, se recomienda el tratamiento de la semilla con fungicidas específicos para oidio. La otra opción es la pulverización con fungicidas cuando la severidad alcance el 20% del cultivo, a partir del macollamiento.

2. Roya de la Hoja.

Esta enfermedad debe ser controlada cuando la severidad alcance el 5% del área foliar o más de 50% de las plantas con síntomas de roya en cualquier estado de crecimiento del cultivo.

3. Roya del Tallo.

Esta enfermedad debe ser controlada con la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad.

4. Manchas Foliare.

Con relación a la oportunidad de los fungicidas para el control de las manchas foliares, se recomienda el empleo de fungicidas triazoles sistémicos a partir de la fase de embuchamiento, cuando la severidad es del 5% del área foliar necrosada o se comprueba una incidencia mayor del 50% (promedio de las tres primeras hojas superiores).

5. Giberela o Fusariosis.

El control químico de la fusariosis de la espiga debe realizarse en forma preventiva, es decir antes de que aparezca la enfermedad, no solo para evitar pérdidas de rendimiento sino también para prevenir la presencia de toxinas en los granos. La aplicación se debe realizar durante la máxima floración, es decir alrededor de 6-8 días después del inicio de la antesis (anteras fuera de las glumas). Se recomienda utilizar fungicidas de amplio espectro que incluyan el control de la giberela.

6. Piricularia del Trigo.

El control químico de la piricularia debe realizarse en forma preventiva, es decir antes de que aparezca la enfermedad, en el estado de floración, cuando la siembra ha sido realizada en forma anticipada y se presentan condiciones de altas temperaturas en el período reproductivo. Se recomienda utilizar fungicidas del grupo de los triazoles en mezcla con las estrobilurinas.

F. FUNGICIDAS EVALUADOS POR EL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE TRIGO.

En el marco del citado Programa, han sido evaluados los siguientes fungicidas, de acuerdo a la Tabla N° 8:

Tabla N° 8 Fungicidas y enfermedades que controlan en el trigo.

Producto	Grupo químico	Enfermedades que controlan	Dosis comercial
Triadimenol	Triazol	Oidio - royas	05Lt/há.
Triadimefol	Triazol	Oidio - royas	05Lt/há.
Propiconazole	Triazol	Oidio, royas, manchas foliares	05Lt/há.
Tebuconazole	Triazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	05-0.7 Lt/há.
Flutriafol	Triazol	Oidio, royas, manchas foliares	1 Lt/há.
Epoconazole + Carbendazim	Triazol + Benzimidazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	05Lt/há. 0.75Lt/há.
Metconazole	Triazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	0.6-0.8Lt/há.
Piraclostrobyn + Epoconazole	Estrobilurina + Triazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	0.8Lt/há.
Trifloxystrobin + Propiconazole	Estrobilurina + Triazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	0.6 l Lt/há.
Azosystrobin	Estrobilurina	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	0.2 l Lt/há.
Dienocnazole + Propiconazole	Triazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	150Lt/há.
Tebuconazole + Trifloxystrobin	Estrobilurina + Triazol	Oidio, royas, manchas foliares, fusariosis	0.6 l Lt/há.

G. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Gilchrist, L. 1992. Resistance to *Pyrenophora tritici repentis* in CIMMYT bread wheat germoplasm. In: L.J. Franci; J.M. Krupinsky; and M.P. MacMullen eds. Advances in tan spot Research. Proceedings of the 2nd International Tan Spot Workshop. Fargo, ND, USA: North Dakota State Agricultural Experimental Station. p. 44-49.

Hosford Jr., R. M. 1982. Tan spot. In: R.M. Hosford Jr. ed. Tan spot of Wheat and Related Diseases Workshop. Fargo, ND, USA: North Dakota State University. p 1-24.

Schilder, A., M.C.; Bergstrom, G.C. 1993. Tan spot. In: S.B. Mathur; B.M. Confer eds. Seed-borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat. Copenhagen, Denmark: Institute of Seed Pathology for Developing Countries. p. 113-122.

Reis, E.M. 1990. Control diseases of small grains by rotation and management of crop residues in southern Brazil. In: Proceedings of the International Workshop On conservation Tillage Systems. p. 140-146.

_____ ; **Kohli, M.M.** 1993. Wheat diseases in South America and strategies for their control. In: Tanner, D. Ed. Developing Sustainable Wheat Production systems. The 8th Regional Wheat Workshop for Eastern Central and Southern Africa. Kampala, Uganda. p. 153-163.

Torres R.; Pedretti, R.; Alarcón, E.; Viedma, L. 1983. Principales Enfermedades del Trigo en Paraguay. Asunción, Paraguay. MAG. Boletín de Divulgación N° 18. Programa Nacional de Trigo. 20 p.

Viedma, L. de. 1981. A survey of seed borne pathogens on different wheat samples from Paraguay. Copenhagen, Denmark. Institute of Seed Pathology for Developing Countries. 40 p.

_____ ; **Oniki, M.** 1984. Diagnóstico de enfermedades del trigo en el Paraguay. Capitán Miranda, Paraguay, MAG/CRIA/JICA. Boletín de Divulgación. 24 p.

_____ ; **Bozzano, G.; Torres, R.; Alarcón, E.** 1986. Control químico de la Helminthosporiosis transmitida por semilla de trigo. Asunción, Paraguay. MAG. Boletín de Investigación No. 26. 11 p.

_____ ; **Schwartzman, J.; Kohli, M.M.; Van Beuningen, L.** 1987. Principales Enfermedades del trigo en Paraguay. Asunción, Paraguay. MAG. Boletín de Divulgación No. 18. Ed. Rev.. 23 p.

_____. 1992. Principales factores que afectan el desarrollo de las enfermedades del trigo y estrategias de control. In: Curso de capacitación sobre el cultivo del trigo. (1992: 12-14 Mar, Capitán Miranda, Paraguay) CRIA/JICA. 9 p.

_____ ; **Paniagua, C.; Kohli, M.M.** 1997. Evaluación de germoplasma por su resistencia a la fusariosis de la espiga del trigo. In: Resúmenes del Congreso Latinoamericano de Fitopatología. (1997: 12-17 Oct, Montevideo, Uruguay). Asociación Latinoamericana de Fitopatología. 101 p.

_____ ; **Kohli, M.M.** 1997. Spot blotch and Tan spot of wheat in Paraguay. In: Helminthosporium Blights of wheat. Ed. E. Duvallier; H. J. Dubin; J. Reeves; A. McNab, El Batán, México. CIMMYT/UCL/BADC. p. 123-133.

_____ ; **Kohli, M.M.** 1998. Helminthosporium blights of wheat in Paraguay. In: 7th International Congress of Plant Pathology. (1998: 9 – 16 Ago , Edinburgh, Scotland). (Offered Papers. Abstract-Vol.3, Theme 6: 156, Edinburgh, Scotland. British Society of Plant Pathologist).

_____ ; **Morel, W.** 2003. Wheat Blast in Paraguay. In: Congreso Panamericano de Fitopatología. (2003:7-15 Ago. South Isla del Padre, Texas, USA). Asociación Latinoamericana de Fitopatología.

_____. 2004. Toxinas de *Fusarium* en semilla de trigo en el Paraguay. In: Resúmenes – IXX Seminario Panamericano de Semillas. (2004: 12 – 14 Jul, Asunción, Paraguay). MAG/DISE-APROSEM. 335 p.

_____. 2004. Especies de *Fusarium* que afectan a Semillas de Trigo. In: Resúmenes – IXX Seminario Panamericano de Semillas. (2004: 12 – 14 Jul, Asunción, Paraguay). MAG/DISE-APROSEM. 328 p.

Wiese, M.V. 1977. Compendium of wheat diseases. St.Paul, MN: APS. 112 p.

Zadoks, J.; Schein, R. 1979. Epidemiology and plant disease management. New York, USA. Oxford University Press. 427 p.

Zillinsky, F. J. 1983. Common Diseases of Small Grain Cereals: A guide to Identification. México, D.F. CIMMYT. 141 p.

V. PLAGAS DEL TRIGO Y SU CONTROL⁵

A. INTRODUCCIÓN

La principal plaga en el cultivo de trigo, son los pulgones, donde la especie *Schizaphis graminum* es una de las más importantes, debido a que ocasiona daños a las plantas por la continua succión de savia desde la emergencia hasta la maduración (Cruz 1998); de ahí que el control químico no es económicamente viable. Actualmente para su control es interesante la asociación de cultivares resistentes y el control biológico.

Gran parte del trigo en Paraguay se cultiva bajo el sistema de siembra directa, lo que ha ocasionado un incremento de plagas tempranas, siendo uno de las principales, el pulgón de la raíz del género *Rhopalosiphum spp*, el cual es muy difícil de detectar, ya que los síntomas foliares se observan una vez producido el daño a las raíces. Actualmente, esta especie es la que más preocupa a los productores trigueros sobre todo, por la baja eficiencia en el control mediante aspersiones foliares.

Por su parte, el pulgón verde de los cereales aparece en los estadios tempranos de desarrollo del cultivo (macollamiento) y en niveles poblacionales elevados reduciendo así, la vitalidad y el crecimiento de las plantas e incrementando la ocurrencia de las enfermedades virósicas en el trigo, como el enanismo amarillo de la cebada (Viedma y Cardozo 1986), (Viedma 1997).

En cuanto al pulgón de la espiga *Sitobion avenae*, éste se encuentra en todas las regiones tritícolas del país, en niveles poblacionales superiores a los del pulgón de la hoja, pudiendo causar una disminución en el rendimiento y en la calidad del grano.

Otra plaga que toma importancia por la voracidad y su difícil control, son las larvas del coró o gusanos blancos *Diloboderus abderus*, que pueden convertirse en una temible plaga en el cultivo de trigo, ya que poseen la capacidad de causar importantes daños aún con bajas densidades poblacionales.

⁵Por: Espinoza, N. Ing. Agr. M.Sc., Investigadora. Sección Entomología. MAG/DIA/CRIA.
Candia, S. M. Ing. Agr. M.Sc., Investigadora. Sección Entomología. MAG/DIA/CRIA.

La siembra directa favorece la proliferación de plagas en los suelos, entre ellas, a los scarabeidos o corós. Esta situación se debe principalmente a que con la preparación de suelos a diferencia de la siembra directa, se eliminan en gran medida las plagas porque se modifica su hábitat y se las expone a varios agentes de control biológico y factores climáticos adversos.

El control químico de las plagas del trigo en general, puede ser insuficiente y en muchas ocasiones, el control biológico natural con parasitoides y predadores, ayuda a disminuir las poblaciones a niveles donde las mismas ya no causan daños. De ahí que preservar la fauna benéfica mediante el uso de productos selectivos, es importante desde el punto de vista ambiental y económico.

B. DESCRIPCIÓN DE PLAGAS Y SU CONTROL.

Se describen a continuación, las principales plagas del cultivo de trigo, así como su control.

I. PULGÓN VERDE DE LOS CEREALES (*Schizaphis graminum*)

Es un pulgón de color verde pálido con una línea longitudinal de color verde oscuro. Los ápices de los tubos abdominales (corniculos) son negros. Las antenas no se extienden más allá del cuerpo. La longitud del cuerpo es de 1,75 mm a 2 mm. Algunos adultos tienen alas membranosas. Se los encuentra sobre las hojas desde el macollamiento hasta la aparición de la espiga; raramente sobre las espigas. En condiciones favorables, pueden producir una generación por semana, equivalente a 1.500 individuos provenientes de una sola hembra, reduciendo la vitalidad y el crecimiento de la planta por chupar la savia. Los daños son mayores con tiempo seco. También, la saliva del pulgón es tóxica a la planta, causando manchas oscuras en las hojas.

Se recomienda el control químico cuando se llega a 10% de plantas atacadas con pulgones en la fase de emergencia a macollamiento, preferentemente con insecticidas selectivos o por medio del tratamiento de la semilla con insecticidas sistémicos.

2. PULGÓN DE LA RAÍZ (*Rhopalosiphum rufiabdominale*)

Estos pulgones son de color verde-oscuro-azulado y atacan las raíces de trigo, formando colonias alrededor de las raíces, succionando raicillas y la zona del cuello de la planta.

Los principales síntomas en el cultivo, son la aparición de plantas amarillas o amarillamientos en manchones.

3. PULGÓN AMARILLO DE LOS CEREALES (*Metopolophium dirhodum*)

Esta especie se reconoce por su color amarillento verdoso y en el dorso presenta una banda longitudinal más oscura; los adultos tienen entre 2,5 mm y 3 mm de largo y pueden ser alados o ápteros.

Los pulgones se alimentan por medio de estiletes bucales que les permiten extraer gran cantidad de savia; esto disminuye la capacidad productiva de las plantas aún cuando no provocan, como el pulgón verde de los cereales, (*Schizaphis graminum*), la destrucción de los tejidos vegetales.

Generalmente los pulgones alados comienzan a reproducirse formando pequeñas colonias en el envés de las hojas inferiores, aumentando su población rápidamente, y a medida que las hojas atacadas se van secando, se trasladan a las superiores incluyendo la hoja bandera. No forman colonias en las espigas aunque algunos pueden encontrarse en ellas cuando hay ataques intensos. Esta especie puede transmitir el virus del enanismo amarillo de los cereales. Ataques intensos y prolongados, pueden provocar mermas de hasta un 25% en los rendimientos.

Numerosos insecticidas fosforados y carbamatos brindan un control adecuado de la plaga.

4. PULGÓN DE LA AVENA (*Rhopalosiphum padi*)

Es un pulgón de forma globosa y de color verde oliva. El área de las bases de los cornículos es de coloración rojo oxidado. La longitud del cuerpo es 1,5 mm a 2 mm. Los adultos alados no son comunes. Se los encuentra sobre las hojas y el tallo del tercio inferior de la planta, desde el macollamiento hasta la aparición de la espiga. Colonias de *R.*

padi reducen la vitalidad de la planta por extraer la savia, pero no alcanzan al número de individuos de *Schizaphis*, por planta.

5. PULGÓN DEL MAÍZ (*Rhopalosiphum maidis*)

Es un pulgón globoso de color celeste con manchas azules o negras en la base de los corniculos. Las antenas son cortas. La longitud del cuerpo es 1,5 mm. a 2,5 mm. Se los encuentra en las axilas de las hojas. Las colonias de *R. maidis* reducen la vitalidad de la planta. Los pulgones secretan líquidos azucarados sobre el cual viven hongos que interfieren la fotosíntesis.

6. PULGÓN DE LA ESPIGA (*Macrosiphum avenae*)

Es un pulgón oval alargado de color verde pálido a verde oscuro. Las patas y los corniculos son largos y totalmente negros. La longitud del cuerpo es 2 mm. a 3 mm. Se los encuentra sobre la espiga de la planta, pero a veces, se los ve sobre las hojas, especialmente en la hoja bandera. Su multiplicación es rápida durante la floración. Por la acción de succión, reducen la cantidad y la calidad de las semillas; afectan también el rendimiento y el peso hectolitrico.

7. ORUGAS DEFOLIADORAS (*Pseudaletia sp*)

Esta especie alcanza en su máximo desarrollo 32 mm - 35 mm. de longitud. En el dorso presenta tres líneas longitudinales claras interrumpidas por regiones más oscuras y en los flancos presenta una banda de color amarillento. Las hembras son muy fecundas y pueden poner hasta 500 huevos.

El daño principal resulta de la reducción del área fotosintética, ya que no dañan a los granos de las espigas, aunque se las observa con frecuencia sobre ellas. En el caso de ataques intensos, luego de consumir totalmente las hojas, pueden llegar a cortar los tallos en la base de las espigas y provocar grandes pérdidas.

8. COROS O GUSANOS BLANCOS

Son larvas subterráneas que provocan serios daños a las raíces de los cultivos atacados. En nuestro país se han identificado dos especies principales: *Phyllophaga sp* y *Phytalus sanctipauli*.

Esta plaga provoca los mayores daños en las etapas iniciales del cultivo y puede provocar una reducción entre un 50% y 80% de la existencia de plantas. La siembra directa permanente favorece la proliferación de estos insectos. La característica del ataque es el amarillamiento de las plantas y la muerte en hileras. Normalmente el ataque se produce en focos.

Las larvas son del tipo escarabeidae, de color blanco y forma ligeramente encorvada, con patas delanteras bien desarrolladas.

La alternativa de control químico de los gusanos blancos en el trigo, se basa en el tratamiento de la semilla con insecticidas formulados para tal efecto, como el Semevin o Marshall en la dosis de 1 kg/100 kg de semilla.

En parcelas muy afectadas, se recomienda la rotación de cultivos con especies leguminosas como la *Vicia. sp.*

A modo de síntesis, se presenta en la Tabla N° 9, una lista de insecticidas probados, junto con la dosis de aplicación para el control de pulgones en el trigo, mientras que en la Tabla N° 10, aparecen los productos y las dosis para el control de orugas.

Tabla 9 Insecticidas y dosis para el control de pulgones.

PRINCIPIO ACTIVO	DOSIS /há
Clorpirifós 48% E	350 - 500 cc
Pirincarb 50% GD	100 - 150 gr.
Fosfamidon 50%	250 - 300 cc
Dimetoato 40% E	400 cc

Tabla 10 Insecticidas y dosis para el control de orugas.

PRINCIPIO ACTIVO	DOSIS /há
Clorpirifos 48% E	500 cc
Flufenoxuron 10%	100 cc
Ebdosulfan 35% E	500 cc
Carbaril 85% PM	800 - 1000 gr.
Deltametrina 5% E	100 cc
Cypermtrina 25% E	100 cc
Permetrina 38,4% E	100 cc

C. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, M. 1997. Control químico de plagas de trigo. Marco Juarez, Argentina. INTA.

Brítez C., S.M. 1998. Manejo Integrado de Plagas de Cultivos de Siembra Directa. Bella Vista, Paraguay. CRIA/MAG. 104 p.

Gassen, D. 1998. Manejo de plagas sob prantio direto. In: Curso de Manejo Integrado de Plagas de Cultivos en Siembra Directa. (1998: 3-4 Set). MAG/DIA/CRIA.

_____. 1999. Manejo de plagas sob prantio direto. In: Curso de Siembra Directa en Pequeñas Propiedades. MAG/DIA/CRIA/PROCISUR/BID. p. 135-149.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1996. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1995. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 002). 47 p.

_____. 1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 003). 45 p.

_____. 2001. Manejo del Cultivo de Trigo. Programa de Investigación de Trigo. Capitán Miranda, Paraguay MAG/DIA/CRIA. (Triptico).

_____. 2002. Manejo de Enfermedades, Plagas y Malezas. Programa de Investigación de Trigo. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Triptico).

_____. 2003. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 2002. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA (Doc. PIT 003). 54 p.

_____. 2004. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 2003. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA (Doc. PIT 003). 50 p.

Torres, R.; Pedretti, R.; Alarcón, E.; Alvarez, L.A. 1983. Cultivo del Trigo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay. (Circular técnica N° 16). MAG/DIEAF. 12 p.

Viedma, L.; Cardozo, R. 1986. El virus del enanismo amarillo de la cebada en el Paraguay. In: Reunión de Virología y Entomología. Pergamino, Argentina, INTA/IICA/PROCISUR/BID. 8p.

Viedma, L. 1997. El virus del enanismo amarillo de la cebada en el trigo. In: Jornadas de Fitopatología. San Lorenzo, Paraguay. SPF/FCA.

VI. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN⁶

A. INTRODUCCIÓN

La franja de producción granera más importante del país, comprende la región sudeste del Paraguay, que abarca a los Departamentos de Itapúa, Alto Paraná y Canindeyú, cuyos suelos son rojos lateríticos derivados del basalto, con características químicas bien definidas, como ser la acidez, niveles de disponibilidad de fósforo bajos y niveles de materia orgánica medios a bajos.

La estimación de la fertilización del suelo -a través del análisis químico- es una forma correcta de diagnosticar las condiciones químicas de un suelo, pero es necesario que éste sea acompañado de ciertas informaciones, como el historial de la parcela, e igualmente el manejo del suelo y del cultivo. La consideración de todos estos aspectos, es fundamental para emitir una correcta recomendación de manejo de la fertilización.

B. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA FERTILIZACIÓN

Para la fertilización, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

I. Muestra de suelos

Las recomendaciones sobre la aplicación de fertilizantes y de cal agrícola, deben ser realizadas en base a los resultados del análisis de suelos, practicado a través de muestras que deben ser extraídas de manera que representen las condiciones de fertilidad del área donde se sembrará el trigo.

La muestra que es llevada al laboratorio (muestra compuesta), debe provenir de la mezcla de varias muestras (simples o sub-muestras) obtenidas de un área homogénea en cuanto al color del suelo, la topografía del lugar y el manejo de la parcela. El volumen de suelo de cada muestra simple debe ser igual en todas las extracciones. El número de muestras simples a ser obtenidas, dependerá de la superficie a ser muestreada. Cuanto mayor sea la superficie, mayor debe ser el número

⁶ Por: González, A. Ing. Agr. Investigador. Sección Suelos. MAG/DIA/CRIA.
Capitán Miranda, Itapúa-Paraguay.

de muestras simples. Son necesarias 10 muestras simples para representar adecuadamente 2 há, 15 para representar 4 há y 20 para representar 8 há. La profundidad de la muestra dependerá del sistema de labranza utilizado: en siembra convencional se puede muestrear de 0 cm a 20 cm, y en siembra directa de 0 cm a 10 cm de profundidad. Se aconseja un periodo no superior a 3 años para volver a realizar el análisis de suelo.

2. Encalado

La corrección del suelo con cal agrícola -de acuerdo a la exigencia del cultivo- permitirá el mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y del fertilizante. Cuando se trata de siembra directa, la cal debe ser distribuida superficialmente y de manera uniforme a fin de evitar el sobre encalado de algunas áreas. El uso de calcáreos dolomíticos es aconsejable, ya que contienen magnesio, evitando así la deficiencia del mismo o un desequilibrio con relación al calcio.

Se aplicará calcáreo cuando el porcentaje de saturación de bases sea inferior a 50%, siendo el deseado 60 %.

3. Nitrógeno

En la Tabla N° 11, se presentan las recomendaciones sobre la cantidad de nitrógeno (N) a ser utilizado, que varía básicamente con el tenor de materia orgánica del suelo. Además, el cultivo anterior y el rendimiento esperado, son aspectos muy importantes a tener en cuenta en el momento de determinar las cantidades a ser aplicadas. Por ejemplo, la rotación con leguminosas es muy apropiada debido al reciclaje de nitrógeno que esta práctica produce.

Las aplicaciones deberán ser fraccionadas, empleando una parte con la siembra y la restante en plena etapa de macollaje, que generalmente ocurre entre los 30 a 45 días después de la emergencia. Además de considerar el momento de aplicación, es necesario tener en cuenta que la humedad del suelo debe ser la suficiente como para que el nitrógeno sea disuelto y transportado por el agua en el interior de la superficie. La temperatura del aire y la velocidad del viento son aspectos a tener en cuenta para evitar la volatilización del N, recomendándose aplicarlo en las horas más frescas del día. Cuando el viento es fuerte, se debe evitar la aplicación al voleo.

En trabajos realizados en el CRIA e IAN durante tres años (1993, 1995 y 1997), se ha encontrado que el N mejora la calidad industrial del trigo, especialmente en suelos con nivel de materia orgánica medio a bajo. El porcentaje de proteínas en los granos, aumentó hasta 100 kg/há de N, presentando valores constantes por encima de esta cantidad.

Barboza et al. (1997), observaron que la aplicación de N en cobertura, eleva el contenido de proteína en los granos en los estadios de crecimiento 6 y 7 (escala de Zadoks), en el momento de emisión de la espiga completa para el primer estadio y comienzo de la floración para el segundo estadio.

4. Fósforo

En la mayoría de los casos, en las áreas de siembra con trigo, existe una baja disponibilidad del fósforo (P); por ello, las cantidades a ser aplicadas no deben ser disminuidas a favor de concentraciones de otros elementos. Las cantidades recomendadas a ser utilizadas, se presentan en la Tabla N° 11.

Con respecto a la forma de aplicación, Potter (1999), encontró que en suelos con niveles medios de fósforo -en camadas de 0 cm a 20 cm- el trigo presenta respuestas al fósforo aplicado en líneas y al voleo, siendo más eficiente la aplicación en líneas.

5. Potasio

El contenido de potasio (K) en suelos de origen basáltico, es generalmente alto, con valores que superan 0.5 meq/100 g (método Scholemberger). Actualmente, con la sucesión trigo/soja y sin su aplicación en el cultivo de trigo, fueron decreciendo las cantidades disponibles, encontrándose parcelas con niveles medios de potasio. Para evitar esta situación, se aconseja el uso de fertilizantes con contenidos de K. La aplicación puede ser hecha de acuerdo a la Tabla N° 11.

6. Micronutrientes

El trigo es relativamente poco exigente en micronutrientes. Si bien los suelos derivados del basalto poseen generalmente buenos contenidos de estos elementos, no se descarta que pudieran aparecer deficiencias especialmente en suelos con varios años de uso.

Tabla N° II Recomendación de nutrientes a ser utilizados en el cultivo de trigo.

Nutriente	Niveles del suelo	Fertilización básica Kg./há.	Cobertura Kg/há
Nitrógeno	M.O (-) 1,2 %	20	40
	M.O 1,2- 3,0 %	20	30
Fósforo (P ₂ O ₅)	P O -5 mg/Kg S	70	-
	P 6-12 mg/Kg S	45	-
Potasio (K ₂ O)	K (-) 0.1 meq/100 g	40	-
	K (+) 0.1 meq/100 g	20	-

Fuente: Fatecha, A., 1999

C. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barboza, V.; Palacios, A.; Diaz, M.; Baez, C. 1998. Momento de aplicación nitrogenada en cobertura en trigo. Resultados de la Investigación: Ciclo 1997. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 005). 45 p.

Cabrera, G.; González, A.; Bogado, E. 2000. Efecto de la aplicación nitrogenada en la calidad industrial de trigo. Resultados de Investigación: Ciclo 1999. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA/PIT (Doc. PIT 007). 47 p.

Fatecha, A. 1999. Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes de la región Oriental del Paraguay. Caacupé, Paraguay. MAG/DIA. 20 p.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1995. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1994. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. 45 p.

_____ 1996. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1995. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. 50 p.

_____ 1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 001). 36 p.

_____ 1998. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1997. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 002). 40 p.

_____ 1999. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1998. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 003). 48 p.

Pottker, D. 1999. Aplicacao de fósforo no sistema plantío Direto. Passo Fundo, Brasil. Embrapa. 32 p.

VII. MANEJO DE MALEZAS EN TRIGO⁷.

A. INTRODUCCIÓN

La susceptibilidad del trigo a la competencia de las malezas es menor que en otros cultivos, razón por la que normalmente no ocurre una pérdida total de la producción por deficiencias en el control.

A nivel mundial, se estima que la disminución de la producción potencial del trigo debido a la competencia de las infestantes, no excede el 10%.

De acuerdo a la población de malezas presentes dentro de la parcela, las mismas no solo provocan una disminución en el rendimiento del cultivo, sino que también dificultan la cosecha, pues producen atascos, se enrollan al molinete, así como dificultan la limpieza de la semilla. Si las malezas son perennes o aun no cumplieron su ciclo, las mismas al ser cosechadas verdes, aumentan la humedad del grano.

B. PRINCIPALES MALEZAS DE INVIERNO PRESENTES EN EL CULTIVO DE TRIGO.

A continuación se mencionan las principales malezas del cultivo del trigo en nuestro país.

NOMBRE CIENTÍFICO

Polygonum convolvulus L.
Rumex obtusifolius L.
Raphanus raphanistrum L.
Gnaphalium spicatum Lam.
Sonchus oleraceus L.
Stellaria media (L.) Vill.
Leonurus sibiricus L.
Senecio brasiliensis Less.
Bidens pilosa L.
Ipomoea spp
Euphorbia heterophylla L.
Glycine max (L.) Merr.
Richardia brasiliensis Gómez
Commelina benghalensis L.
Avena spp
Lolium multiflorum Lam.
Chloris spp

NOMBRE COMÚN

Ysypo'í de invierno
Lengua de buey
Nabo
Vira vira
Serraja
Ka'á piky
Cuatro canto
Flor de agosto
Kapi'i uná
Ysypo'í
Lecherita
Soja guacha
Ypé rupá
Santa Lucía
Avena
Acevén
Cloris

⁷ Por: Palacios, A. Ingeniero Agrónomo. Sección Control de Malezas. MAG/DIA/CRIA.

El manejo de malezas incluye aquellas prácticas por medio de las cuales las comunidades de plantas infestantes son reducidas mas no eliminadas. El grado de control a ser obtenido, depende de las características de las especies presentes y de la eficacia del método o de la asociación de métodos de manejo empleados.

Existen varias vías por las que se puede introducir una nueva especie de planta dañina en áreas donde todavía no existía, como el viento, animales, etc. Sin embargo, es muy común la ocurrencia por acción del propio hombre, principalmente a través de máquinas, cosechadoras y semillas de baja calidad.

C. CONTROL CULTURAL

Consiste en utilizar características ecológicas del cultivo y de las malezas, de tal forma que la primera lleve ventaja en la competición. La utilización de este método, además de auxiliar cualquier otro tipo de control, no aumenta los costos de producción.

La esencia del control cultural consiste en obtener un cultivo sano, de crecimiento vigoroso, que cierre rápidamente. Para eso es preciso observar los siguientes puntos:

- * La siembra superficial, cuando las condiciones de humedad del terreno lo permiten, acelera la emergencia, lo que evita que las infestantes crezcan más rápidamente que el cultivo.
- * La selección de variedades de crecimiento inicial rápido, favorece al trigo en relación a las plantas dañinas.
- * La semilla a utilizar debe estar fiscalizada.
- * Se debe sembrar en la época adecuada para la región, utilizando la cantidad de semilla y el espaciamiento recomendados.
- * Se aconseja utilizar la cantidad adecuada de fertilizante.

D. ROTACIÓN DE CULTIVOS

Es conveniente establecer una buena rotación de cultivos, ya que la misma tiene efecto en la población y en las especies de plantas dañinas, pues permite el uso alternado de herbicidas, con mecanismos de acción diferenciados evitando -de esa forma- la selección y el surgimiento de especies resistentes. La ventaja adicional es que cultivos diferentes, establecen competición con las plantas dañinas por los factores de

producción como agua, luz, nutrientes y espacio físico con niveles de eficiencia diferentes causando -con frecuencia- una reducción en la población y en las especies de plantas dañinas.

E. MANEJO EN EL PERIODO ENTRE CULTIVOS

Es importante el control de las malezas en el periodo entre cultivos para que no produzcan semillas, disminuyendo los riesgos de altas infestaciones en futuros cultivos. El suelo debe permanecer cubierto inhibiendo la emergencia de malezas. En el caso de que ocurra la infestación en ese periodo, es necesario efectuar el manejo mecánico o químico antes de la producción de semillas.

F. CONTROL QUÍMICO

En este punto se considera:

1. Desección

Por la época y características del cultivo del trigo, una buena desecación significa un gran avance en el manejo de las malezas. Es conveniente retardar el control de plantas dañinas hasta el periodo más próximo de la siembra o de la emergencia del cultivo.

El estadio vegetativo avanzado de las malezas, exige dosis más elevadas de herbicidas desecantes. En estadios vegetativos iniciales y en la floración, las malezas son más sensibles a los herbicidas desecantes; la dosis puede ser menor y el control más eficiente.

2. Coadyuvantes

Los aceites (minerales o vegetales) y adherentes son muy importantes para mejorar la eficacia de herbicidas desecantes y post emergentes en plantas dañinas de difícil control. Los resultados de dosis de aceite en el caldo, evidencian un aumento de la eficacia de hasta 0,5%. La dosis de 1,5 l/há de glifosato, adicionado con 0,5% de aceite en el caldo, presenta la eficacia equivalente a 2,0 l/há de glifosato sin aceite.

3. Herbicidas más utilizados

Para desecar gramíneas y latifoliadas, se pueden utilizar el glifosato (48%) y el sulfosato (48%), en dosis de 1,5 l/há a 4,0 l/há. La dosis se debe ajustar de acuerdo al estado de desarrollo de las especies presentes en la parcela.

Con la mezcla de glifosato (48%) a 2,0 l/há más 2,4-D amina (72%) a 0,5 l/há o con metsulfurón-methyl a 5 g/há, se busca acentuar el rango de acción sobre malezas de hojas anchas de estadios fenológicos más avanzados y controlar las sojas guachas resistentes al mismo.

A modo de ejemplo, se cita:

a. Desecación de cloris

Para el control de cloris, *Chloris sp*, se utiliza una aplicación secuencial de 2,0 l/há de glifosato y 25 días después, en el inicio de rebrote, 2,0 l/há más.

b. Desecación de y pé rupá y santa lucía.

Para el control de y pé rupá (*Richardia brasiliensis* Gómez), es necesario utilizar la dosis de 2,5 l/há a 3,0 l/há de glifosato. Puede ser aplicado en secuencia teniendo en cuenta que la segunda aplicación debe ser hecha durante el rebrote de las plantas y no cuando éstas están marchitas. Una estrategia eficiente de control de y pé rupá en alta población, es el empleo de 1,5 l/há de glifosato y cuatro días después 1,5 l/há de paraquat+diuron.

En la desecación de santa lucía, *Commelina benghalensis* L., los herbicidas glifosato y sulfosato presentan baja eficiencia, siendo necesaria la mezcla con 2,4-D o metsulfurón-methyl para obtener un control satisfactorio.

4. Herbicidas post emergentes

Se destacan los graminicidas y los latifolicidas:

a. Graminicidas

En la planificación del cultivo de trigo, se debe tener en cuenta el manejo de las gramíneas que incluye tanto abonos verdes como malezas, ya que el control con herbicidas dentro del mismo, aumenta el costo de producción, en comparación con el de plantas dañinas dicotiledóneas.

En el caso de la avena guacha, con baja población dentro del cultivo de trigo, se puede proceder al control mecánico o a una eliminación manual aún en grandes áreas. Esta operación puede ser de gran eficiencia y rendimiento.

Los graminicidas post emergentes más utilizados en el cultivo del trigo son:

- Fenoxaprop-p-ethyl (6,9%), de 0,5 l/há a 1.2 l/há; las dosis mayores son para plantas dañinas más desarrolladas. Ejerce un excelente control de la avena guacha, actuando en las áreas de crecimiento de las malezas. Se puede aplicar cuando las invasoras tengan entre cuatro hojas a un macollo. La formulación ya viene con un adherente.

- Clodinafop-propargyl (24%), de 0,125 l/há a 0,30 l/há; las dosis mayores son para plantas dañinas más desarrolladas. Es importante tener en cuenta el tamaño de la avena guacha y del aceven en el momento de la aplicación; éstas deben tener de 2 a 4 hojas hasta el inicio del macollaje. Las malezas ya macolladas tendrán un control parcial, aunque pueden rebrotar disminuyendo la calidad del tratamiento. El producto debe aplicarse con el agregado de aceite mineral en una dosis de 0,5 litros cada 100 litros de agua. No se recomienda la mezcla con herbicidas hormonales como el 2,4-D.

b. Latifolicidas

Se debe proceder al levantamiento de las malezas, especialmente en el inicio del desarrollo del cultivo y -conforme a la necesidad- utilizar el control químico. Es importante que el control sea efectuado hasta el cierre del cultivo, periodo en que los efectos negativos de las plantas dañinas sobre el cultivo son mayores. Después de esa fase, el propio cultivo impide el surgimiento de nuevas infestantes. Debe recordarse que el trigo sembrado a 17 cm, cierra rápidamente por lo que una buena desecación es muy importante para tomar la decisión del control químico de las dicotiledóneas. En muchos casos, se puede ahorrar esta aplicación, dado que controlar químicamente a las dicotiledóneas en trigo, es mucho más económico que a las gramíneas.

Los latifolicidas post emergentes más utilizados en el cultivo del trigo son:

- Metsulfurón-methyl (60%), de 4 g/há. a 7 g/há. Cuando es mezclado con fungicidas en trigo para el control del nabo, puede reducir la eficiencia de control de las enfermedades. Puede ser aplicado en cualquier estadio de desarrollo del trigo. Se emplea en el estadio de malezas de 2 a 6 hojas y se puede adicionar al caldo aceite mineral al 0,1% v/v (volumen sobre volumen). Requiere seis horas sin lluvias después de la aplicación.
- 2,4-D amina (72%), de 0,7 l/há a 1,2 l/há Es muy volátil y se debe tener mucho cuidado durante la aplicación, pues por deriva puede perjudicar cultivos dicotiledóneos y árboles frutales que se encuentran en regiones circunvecinas. Se debe aplicar en las horas más frescas del día y sin viento. Las malezas con buen vigor vegetativo, son altamente susceptibles y se debe aplicar después del macollaje hasta el embuchamiento, pues fuera de ese rango causa daños a las hojas y a la espiga del trigo. No se deben adicionar coadyuvantes ni mezclar con insecticidas. Requiere seis horas sin lluvia después de la aplicación.

c. Graminicida y latifolicida

Uno de los más empleados dentro de este grupo, es:

- Iodosulfurón+fenoxaprop-P-etil. Es conocido como Hussar of y se utiliza en la dosis de 0,5 l/há a 1,0 l/há., pero se tiene que aumentar la dosis según el tamaño de las malezas. Conviene agregarle un adherente dado que viene sin coadyuvante. Posee un buen control de la avena guacha y de las plantas dañinas dicotiledóneas.

G. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kliwer, I.; Talavera, N. 2002. Guía de herbicidas para siembra directa. San Lorenzo, Paraguay. MAG/Programa Nacional de Manejo, Conservación y Recuperación de Suelos. 160 p.

Instituto Agronómico de Paraná. 2002. Informacoes técnicas para a cultura do trigo no Paraná. Londrina, Brasil. IAPAR. 180 p.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 001). 36 p.

_____ 1999. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación de Trigo. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 003). 48 p.

_____ 2000. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1999. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc. PIT 004). 46 p.

_____ 2001. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2000. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc.005 PIT). 52 p.

_____ 2002. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2001. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc.006. PIT). 103 p.

_____ 2002. Manejo de Enfermedades, Plagas y Malezas. Programa de Investigación de Trigo. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Triptico).

_____ . 2003. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 2002. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/DIA/CRIA. (Doc.007. PIT). 45 p.

Salton, J. C. 1998. Sistema Plantío Direto: O produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Brasilia, Brasil. EMBRAPA-SPI ; Dourados: EMBRAPA-CPAO. 248 p.

VIII. CALIDAD COMERCIAL E INDUSTRIAL DEL TRIGO NACIONAL⁸.

A. INTRODUCCIÓN

En la última década, el factor calidad ha incrementado su importancia a nivel global. Existe gran interés en los mercados, por desarrollar productos especiales de calidad diferenciada que puedan satisfacer a los consumidores cada vez más exigentes.

Definir el concepto de calidad, parece quizás sencillo pero resulta más bien complejo a la hora de evaluar y medir los variados intereses por los que ha de pasar el grano.

Para el agricultor, la calidad de un trigo viene definida por su potencial de rendimiento y alto peso específico.

Para el industrial molinero, la calidad esta determinada por cualidades tales como materia prima uniforme en tamaño y forma, alto rendimiento en harina, bajos tenores de ceniza y coloración deseable del producto final.

Para el industrial panadero, la calidad se manifiesta por las condiciones plásticas de las harinas de modo que produzcan masas blandas, elásticas y extensibles.

Para el consumidor, el trigo de buena calidad es aquel capaz de producir panes de gran volumen con textura adecuada, buen color y alto valor nutritivo.

Detrás del concepto de calidad de los granos, hay todo un proceso de mejora genética cuyo fin primordial es reunir en un mismo genotipo, todos o la mayor parte de los genes que determinan cada uno de los diferentes caracteres para los que fueron seleccionados de manera a satisfacer a todos los sectores señalados.

B. CALIDAD DE LAS VARIEDADES NACIONALES DE TRIGO

En las Tablas N° 12 y 13 -que se presentan a continuación- están detallados los valores del análisis físico-químico de las últimas variedades de trigo lanzadas por el PIT, en las cuales se puede observar que los valores de PH se encuentran dentro del rango de 76 kg/hl que corresponde a la clasificación de Pesado. El PH, es el peso específico de un determinado volumen de

⁸ Por: Cabrera Arredondo, G. Tecnóloga de Alimentos. M.Sc. Programa de Investigación de Trigo. MAG/DIA/IAN.

granos, cuya unidad es el kg/hl. Valores superiores a 76 kg/hl reciben porcentajes de bonificación.

El peso de 1000 granos es una medida que presenta un fuerte control genético; además de las condiciones climáticas, es un factor importante en los molinos, por el hecho de utilizar granos de tamaño uniforme en cada partida de la molienda. Con un alto peso de 1000 granos, se tendrá mayor rendimiento harinero. Los valores se encuentran dentro del rango de Intermedio a Pequeño (28 a +33 g).

Los valores de proteína de las nuevas variedades, se encuentran dentro del rango de *Medio a Alto* es decir con valores por encima de 13%, considerándose aptas para la panificación. Las proteínas del trigo están divididas en dos grupos: las proteínas no formadoras de gluten, como las albúminas y las globulinas, y las formadoras de gluten, como las gliadinas y gluteninas y el residuo proteico. Gluten es el nombre genérico dado al conjunto de proteínas insolubles que poseen la capacidad de formar masa.

La extracción de harina de las cinco variedades -según el uso del molino- se encuentra por encima del 66%, por lo que puede considerarse dentro del rango de Bueno a Muy Bueno. La operación de la molienda, tiene por finalidad la separación del endospermo del grano, de las porciones externas constituidas por la cáscara y el germen. La trituración es la pulverización del endosperma en partículas de granulometría variable que se llama harina de sémola o semolina de trigo. Los valores se encuentran dentro de 67 % a 69 %.

El contenido de cenizas de las últimas variedades, presenta valores promedios encuadrados dentro de la clasificación de Bueno. Se encuentran en la parte externa del grano, en el salvado, por eso se concluye que cuanto mayor sea la cantidad de salvado en la harina, mayor será el tenor de cenizas resultante. Los valores están en el rango de +0,58 a -0,58%.

El Falling Number (F.N.) o índice de caída de las últimas variedades, presenta valores que indican actividad enzimática ideal para la panificación. Este índice verifica la actividad de la enzima alfa amilasa del grano a fin de detectar daños causados por la germinación en la espiga. Los valores normales de F.N. se encuentran en el rango de 250 segundos a 350 segundos.

El contenido de gluten húmedo de las últimas variedades, se encuentra dentro del rango de Bueno a Muy Bueno y es el que retiene los gases que se desprenden durante la fermentación por efecto de la levadura. También, permite una rápida toma de decisión sobre el uso de la harina, además de

indicar el deterioro provocado por el calor o insectos. Sus valores ideales se encuentran en el rango de 30% a 35 %.

Tabla N° 12 Características físico - químicas de los granos.

Variedad	P.H. K/hl	Peso de 1000 granos (g)	Proteínas (g)	Extracción harina (g)
Itapúa 45	78,0	34,0	14,0	70,3
Itapúa 50	77,0	30,5	14,3	69,7
Itapúa 55	78,0	32,5	14,0	70,5
Itapúa 60	78,0	30,3	13,0	66,3
IAN 10	78,0	31,0	13,5	67,2

Fuente: Laboratorio CRIA

Tabla N° 13 Características físico-químicas de la harina

Variedad	Ceniza (%)	F.N. (seg)	Gluten húmedo (g)	Gluten Seco (g)
Itapúa 45	0,40	265	35,0	12,0
Itapúa 50	0,45	271	44,6	13,0
Itapúa 55	0,46	269	35,9	12,0
Itapúa 60	0,50	271	33,3	11,1
IAN 10	0,55	269	33,0	11,2

Fuente: Laboratorio IAN-CRIA

C. ANÁLISIS REOLÓGICOS

Básicamente, se señalan los siguientes análisis:

- **Farinografía:** Evalúa la calidad de mezcla de la masa de harina de trigo. En este análisis, es adicionada una cantidad de agua a la harina, suficiente como para que la masa adquiera una consistencia patrón (alcance la línea de las 500 Unidades Brabender). Además todas las fases de mezcla de desarrollo y de aflojamiento, son registradas en un gráfico llamado farinograma. Con el farinograma son medidos diversos índices de calidad.
- **Absorción de Agua (AA):** Es un indicativo para la fabricación de pan. Los valores normales de AA se encuentran dentro del rango de 60% a + 63 %. Los valores de AA de las nuevas variedades se encuentran dentro de la clasificación de Buena.

- **El Tiempo de Desarrollo (TD):** Es indicativo del tiempo que el panadero dispone para determinar el porcentaje de AA de la harina, de forma a dejar la masa con la consistencia ideal para la fabricación de pan. Los valores normales se encuentran dentro del rango de 5 a +5 minutos. Los valores de las nuevas variedades se encuentran dentro de la clasificación de Aceptable a Muy Bueno.
- **Estabilidad (Estab.):** Es un indicativo de la resistencia que la masa posee al tratamiento mecánico y al tiempo del proceso fermentativo en la fabricación de pan. Los valores normales se encuentran entre 5 minutos y 8 minutos. El valor de estabilidad de la masa de harina de las nuevas variedades, se encuentran dentro de la clasificación de Aceptable a Muy Buena.
- **Aflojamiento (Afloj.):** Indica el mayor o menor tiempo de tolerancia al amasado. El rango normal se encuentra entre 60 UB – 100 UB. El valor de Aflojamiento a los 12 minutos de las nuevas variedades, se encuentran en la clasificación de Media fuerza débil a Media fuerza fuerte.
- **Alveografía:** Proporciona información sobre la extensibilidad y resistencia a la expansión de la masa. En este ensayo, es preparada una masa con harina de trigo y solución de cloruro de sodio, considerando la absorción patrón de agua de 56% y realizando todo el procedimiento de mezcla y preparación de una masa patrón. Las principales medidas de un alveograma son:
 - * *Trabajo de deformación (W):* indica la fuerza de la masa y se obtiene midiendo el área de la curva multiplicada por una constante del equipo (alveógrafo). Los valores normales de W se encuentran dentro del rango de 200 a +300 (10⁴J). El valor de las últimas variedades se encuentran dentro de la clasificación de Media fuerte, aptas para panificación y mezclas.
 - * *Equilibrio de la Curva (P/L):* relaciona la tenacidad y la extensibilidad de la masa. El rango de P/L se encuentra dentro de los valores de 0,6 a 1,2 como gluten balanceado; debajo de 0,6 gluten extensible y arriba de 1,2 como gluten tenaz. El valor de P/L de las nuevas variedades se encuentra en su mayoría con gluten balanceado. Por su parte, IAN 10 presenta gluten tenaz, ideal para mezclas que permitan obtener masas en función a su aplicación.

Tabla N° 14 Farinografía

Variedad	A.A (14 % H %)	T .D. Min.	Estab. Min.	Afloj. (12 min)
Itapúa 45	63,0	3,0	10,0	60
Itapúa 50	63,5	3,0	6,0	60
Itapúa 55	62,0	3,5	4,5	90
Itapúa 60	65,0	3,2	4,2	100
IAN 10	61,5	5,0	6,0	95

Fuente: Laboratorio IAN Años 200 y 2003.

Tabla 15: Alveografía

Variedad	W (10 J)	P	L	P/L
Itapúa 45	342	109,0	60,0	1,8
Itapúa 50	208	97,6	73,0	1,3
Itapúa 55	200	75,35	98,0	0,77
Itapúa 60	200	82,1	62,0	1,32
IAN 10	280	110,0	56,0	1,97

Fuente: Laboratorio MHP. Año 2003.

D. CONSIDERACIONES FINALES

En base a los valores de calidad del trigo presentados, la calidad de los trigos paraguayos puede compararse positivamente con la calidad de los trigos argentinos.

Por otra parte, las tendencias globales del mercado, muestran la búsqueda hacia una calidad diferenciada. En este sentido, sería muy importante que el Programa Nacional considere un plan para desarrollar variedades de panificación de calidad superior, que puedan ser utilizadas como *mejoradores* en programas de desarrollo de variedades “galleteras” que no existen a nivel regional. Este hecho puede proporcionar a Paraguay una ventaja adicional de calidad.

E REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of Cereals Chemists. 1993. *Methods of Analysis of AACC*, St. Paul, Minn, USA. 35 p.

Cantero, G. 1992. Estudio de algunos componentes de calidad en granos de trigo nacional. In: Reunión de la Comisión de Ensayo e Investigación Agraria. (16°, 1992). (Actas). Asunción, Paraguay. MAG. 139 p.

Congreso Nacional de Trigo. (2°, 1990). Pergamino, Argentina. 1990. Asociación de Ingenieros Agrónomos de la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires.

Kohli, M. M. 1986. Variedades de Trigo del Cono Sur de Sudamérica. Nombres, progenitores, genealogía y origen. Santiago, Chile. CIMMYT. 35 p.

_____. 1987. Importancia de la calidad comercial e industrial del trigo. In: Curso Taller Calidad Comercial e Industrial del trigo. (1987: 18-19 Set. Capitán Miranda, Paraguay). MAG/DIA/CRIA.

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa de Investigación de Trigo. Caacupé, Paraguay. MAG/IAN/PIT. (Informes Anuales 1989-1995).

_____. 1989. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación Ciclo 1988. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. 50 p.

_____. 1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. (Doc. 001). 53 p.

_____. 1998. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación Ciclo 1997. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. (Doc. 002). 53 p.

_____. 1999. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación Ciclo 1998. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. (Doc. 001). 53 p.

Pedretti, R.R.; Kohli, M.M. 1990. Wheat Production in Paraguay: trends, major constraints and potential. In: *Wheat for Non traditional Warm Areas. A proceedings of the International Conference*. México, D.F. CIMMYT. p. 84-95.

Tombetta, E.E. 1986. Métodos de análisis aplicados en el Laboratorio de Calidad de Trigo de E.E. R.A. Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

IX. EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA CALIDAD INDUSTRIAL DEL TRIGO¹

A. INTRODUCCIÓN

La necesidad de incrementar los rendimientos de trigo por hectárea, manteniendo o mejorando la calidad industrial, hace que se piense cada vez más en la utilización de fertilizantes.

Aunque la literatura extranjera sobre este tema es extensa, la de nuestro país es limitada, comenzándose los primeros ensayos al inicio de la década de los '70.

En este trabajo, se observa que en años de condiciones climáticas normales, la fertilización a la siembra mejora el rendimiento y la calidad industrial de los granos.

No obstante, es bien conocido que el medio ambiente y el manejo de la cosecha, posteriormente, hacen variar estas características de calidad logradas a través de años de selección. Se sabe que existe una serie de factores que influyen sobre la calidad, siendo uno de los más importantes, la fertilidad del suelo.

La escala del Dr. R. P. Waldren, permite diferenciar claramente los distintos períodos de desarrollo de la planta, es decir, que de acuerdo al momento en que se efectúe la aplicación del nitrógeno y según el estadio o desarrollo en que se encuentre, la planta reaccionará de distintas maneras.

Si la aplicación se realiza antes o durante la siembra, habrá una gran disponibilidad de NO_3 para la planta, lo que favorecerá su desarrollo vegetativo y su alta producción de granos.

Las aplicaciones después de la siembra, cercanas al macollaje, aumentarán significativamente el número de granos por espiga, lo que se traduce en un mayor rendimiento por hectárea. Por su parte, las fertilizaciones foliares o al voleo, en estadios más avanzados, es decir de espigazón, mejorarán indefectiblemente la calidad del grano, en cuanto al tamaño y contenido proteico.

En las siguientes tablas y figuras, es posible observar el porcentaje promedio de proteína obtenido con la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno (urea) en las variedades Cordillera 3, Itapúa 40 e Ian 9 en los años 1994, 1996 y 1997 en trabajos realizados en el Instituto Agronómico Nacional, IAN, de Caacupé y en el Centro Regional de Investigación Agrícola, CRIA, de Capitán Miranda.

¹ Por: Cabrera Arredondo, G. Tecnóloga de Alimentos. M.Sc. Instituto Agronómico Nacional. IAN. DIA-MAG.
González de Altamirano, A. Investigadora Área de Suelos. MAG/DIA/CRIA.
Bogado, E. Ing. Agr. Investigador. Área de Mejoramiento Genético hasta 2002. MAG/DIA/CRIA.
Ruíz Díaz, H. M.Sc. Jefe de Sección Estadísticas. MAG/DIA/CRIA.

Tabla N° 16 Estimadores de parámetros (a, b y b²) y coeficiente de determinación (r²) del modelo de regresión lineal y no lineal obtenido de un ensayo de comparación de niveles de nitrógeno sobre el porcentaje de proteína en el grano de trigo variedad Cordillera 3. Años 1994/1997.

Estación Exp.	Concepto	Intercepto (a)	B	b ²	r ²
IAN	Cordillera 3-K-94*	13,458	0,0428	-0,0002	0,9667
IAN	Cordillera 3- K -96	12,566	0,0407	-0,0002	0,9594
IAN	Cordillera 3- K -97	13,295	0,0107	-0,00008	0,9387
CRIA	Cordillera 3-I*-94	14,189	0,0132	-0,00008	0,7239
CRIA	Cordillera 3-I-96	13,101	0,0168	-0,00008	0,9361
CRIA	Cordillera 3-I-97	13,692	0,006	-0,00002	0,8536

Referencia: K= Método Kjeldahl
 I = Analizador de grano INFRATEC
 Años de estudio: 1994, 1996 y 1997

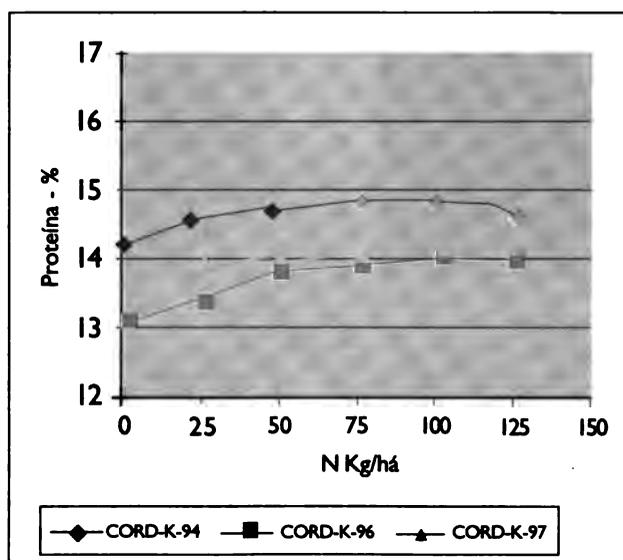


Figura N° 6 Efectos de los niveles de nitrógeno sobre el contenido de proteína en el grano de trigo utilizando dos métodos analíticos. Variedad Cordillera 3. Años 1994,1996 y 1997.

Tabla N° 17 Estimadores de parámetros (a, b y b²) y coeficiente de determinación (r²) del modelo de regresión lineal y no lineal obtenido de un ensayo de comparación de niveles de nitrógeno sobre el porcentaje de proteína en el grano de trigo, Variedad Itapúa 40. IAN y CRIA. Años 1994/1997.

Estación Exp.	Concepto	Intercepto(a)	B	b ²	b ³	r ²
IAN	Itapúa 40-K-94	13,28	0,0228			0,9698
IAN	Itapúa 40-K-96	12,98	0,029	-0,00006	0,0011	0,9961
IAN	Itapúa 40-K-97	12,72	0,0116	-0,00004		0,9342
CRIA	Itapúa 40-I-94	14,59	0,0197	-0,0001		0,9559
CRIA	Itapúa 40-I-96	13,18	0,0168	-0,00008		0,8871
CRIA	Itapúa 40-I-97	13,23	0,0051			0,9022

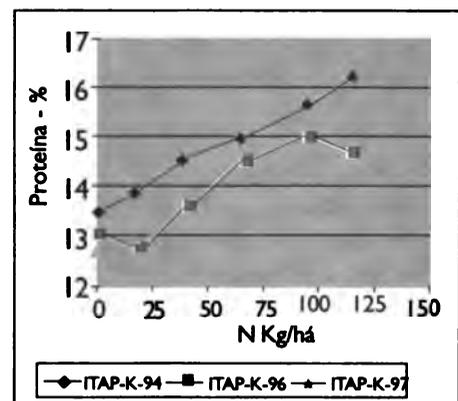
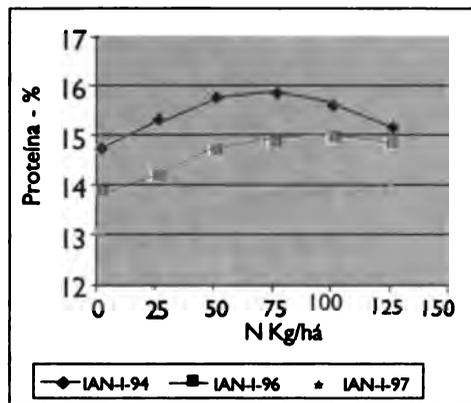


Figura N° 7 Efectos de los niveles de nitrógeno sobre el contenido de proteína en el grano de trigo utilizando dos métodos analíticos. Variedad Itapúa 40. Años 1994, 1996 y 1997.

Tabla N° 18 Estimadores de parámetros (a, b y b²) y coeficiente de determinación (r²) del modelo de regresión lineal y no lineal obtenido de un ensayo de comparación de niveles de nitrógeno sobre el porcentaje de proteína en el grano de trigo, Variedad IAN 9, IAN y CRIA. Años 1994/1997.

Estación Exp.	Concepto	Intercepto (a)	B	b2	r2
IAN	IAN 9-K-94	13,08	0,0594	-0,0004	0,8713
IAN	IAN 9-K-96	12,85	0,012		0,7273
IAN	IAN 9-K-97	12,69	0,10		
CRIA	IAN 9-I-94	14,75	0,0281	-0,0002	0,9057
CRIA	IAN 9-I-96	13,91	0,0207	-0,0001	0,9434
CRIA	IAN 9-I-97	13,14	0,072	-0,00004	0,9775

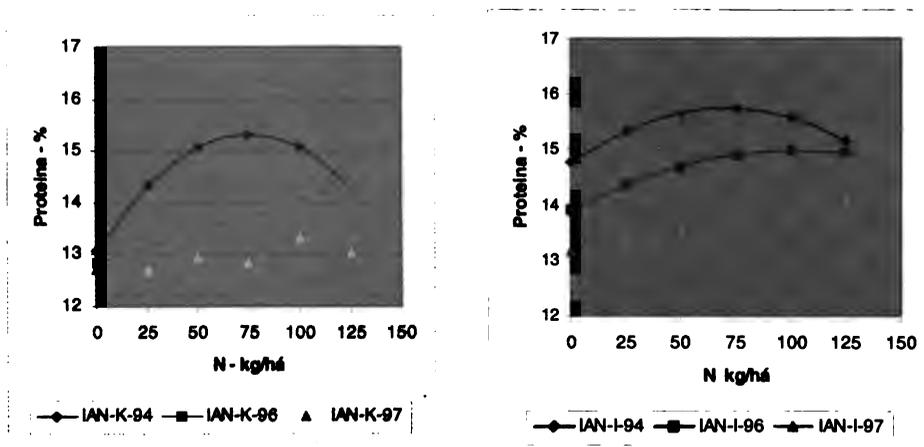


Figura 8 Efectos de los niveles de nitrógeno sobre el contenido de proteína en el grano de trigo utilizando dos métodos analíticos. Variedad IAN 9. Años 1994, 1996 y 1997.

B. CONCLUSIONES

A través del estudio sobre el efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad industrial (proteína) del trigo en dos estaciones experimentales, IAN y CRIA, durante los años 1994/1997, utilizando tres variedades comerciales, se extrajeron las siguientes conclusiones:

- La fertilización nitrogenada, en el cultivo de trigo, mejora su calidad industrial (porcentaje de proteína).
- En años secos o muy húmedos, la fertilización nitrogenada no es aprovechada por las plantas, por lo tanto la calidad industrial en esas condiciones no se ve afectada.
- La calidad industrial se encuentra en un rango de calificación media a alta independientemente de los factores climáticos adversos.
- El porcentaje de proteína en los granos de trigo aumenta hasta los 75 kg. a 100 kg./há con la aplicación de nitrógeno.

C. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1996. Programa de Investigación de Trigo, PIT. Proyecto de Fortalecimiento de la Producción de Granos Principales en el Paraguay. Resultados de la Investigación en Trigo. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/PIT/PFPGPP. 35 p.

1997.
Resultados de la Investigación en Trigo Ciclo 1997. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/PIT/PFPGPP. 36 p.

Kohii, M.M. 1997. Importancia de la Calidad Comercial e Industrial del Trigo. In: Curso Taller Calidad Comercial e Industrial del Trigo. (1997: 18-19 Set. Capitán Miranda, Paraguay). CRIA.

Tombetta, E. et al. 1979. Influencia de Fertilización en la Calidad Comercial e Industrial de trigo. XI Certamen Bolsa de Comercio de Rosario. (11°) Ciencia y Tecnología de Trigo. 26 p.

Waldren, R.P.; Florewerday, A.D. 1979. Growth stages and distribution of dry matter, N,P, and K in winter wheat. Agronomy Journal. Vol 71. (May – June). 391 p.

Williams, P.; El-Haramein, F. J.; Nakkoul, H.; Rihawi, S. 1988. Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines. 2 ed. Aleppo, Syria: ICARDA. 145 p.

X. EFECTOS DE LA LABRANZA CERO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS EN PARAGUAY¹⁰.

A. INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cultivos más importantes durante el ciclo de invierno en Paraguay. El área principal del cultivo está localizada en Alfisoles (Terra Roxa) en la orilla oriental del río Paraná en la parte sudeste del país (Mapa N° 1). El trigo es cultivado principalmente en secuencia con soja bajo el sistema de doble cultivo al año.

Los Alfisoles, contienen predominantemente arcillas de baja actividad con caolinita como la parte más abundante del mineral arcilloso. Por esta razón, estos suelos están caracterizados por una baja CIC (Capacidad de Intercambio de Cationes), una baja disponibilidad de agua y retención de nutrientes e inestabilidad estructural. Los Alfisoles cultivados son susceptibles al apagamiento, desarrollan costra, se compactan fácilmente y son altamente susceptibles a la erosión. La severidad de estos problemas se incrementa con la frecuencia e intensidad de la labranza mecanizada.



Mapa N° 1. Localización de los suelos Alfisoles (Terra Roxa) en Paraguay

¹⁰ Por: Paredes Benegas, C. Ing. Agr. MSc. Investigador Área de Suelos hasta el año 1998. MAG/DIA/CRIA.

La labranza cero fue introducida en Paraguay por un pequeño grupo de agricultores de Colonia Yguazú hace aproximadamente veinte años. Estos agricultores adoptaron este sistema después de apreciar su éxito en la región vecina de Paraná, Brasil que tiene el mismo tipo de suelo y condiciones climáticas. A partir de esa fecha, la superficie bajo labranza cero se incrementó año tras año hasta tener más de un millón de hectáreas actualmente.

Aunque el sistema de labranza cero ha sido reconocido como la mejor alternativa de producción agrícola sostenible, relativamente pocos experimentos de labranza han sido llevados en el sureste de Paraguay.

B. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Se considera:

I. Temperatura del suelo

En áreas tropicales y durante el período de verano en áreas templadas, la temperatura de la superficie de un suelo labrado y sin cultivo puede llegar a 50 °C, resultando en daños severos a las plántulas del cultivo. Además, el crecimiento máximo radicular de la gran mayoría de los cultivos ocurre entre 25 °C y 35 °C. La variación de temperatura sobre y bajo este rango puede reducir el desarrollo radicular. Finalmente, es bien reconocido que existe una correlación positiva entre la temperatura óptima del suelo, absorción de nutrientes y el desarrollo molecular.

La soja probablemente es uno de los cultivos más sensibles a las fluctuaciones de temperatura y de humedad. La germinación de soja y el establecimiento de plántulas, se ve afectado de forma adversa por temperaturas superiores a las óptimas y el estrés de sequía es experimentado comúnmente en los campos de esta región con labranza cero. Como consecuencia, la soja debe ser el cultivo más favorecido por rastrojos en la labranza cero.

En la Figura N° 9, se muestra el promedio de la temperatura del suelo a una profundidad de 10 cm durante el ciclo de soja en el sistema de doble cultivo. El efecto neto es que las temperaturas máximas tienden a ser más bajas con el sistema de labranza cero. La diferencia mayor ocurre en la parte inicial del ciclo cuando hay pocas plantas de soja y la cobertura de follaje es aun menor. Después de este período, la

temperatura máxima del suelo es casi igual en ambos sistemas de labranza. Finalmente, las diferencias son marcadas una vez más cerca del período de la cosecha. Las bajas temperaturas diurnas del suelo en el sistema de labranza cero, resultan de un efecto combinado entre la humedad del suelo y la cobertura de rastrojo.

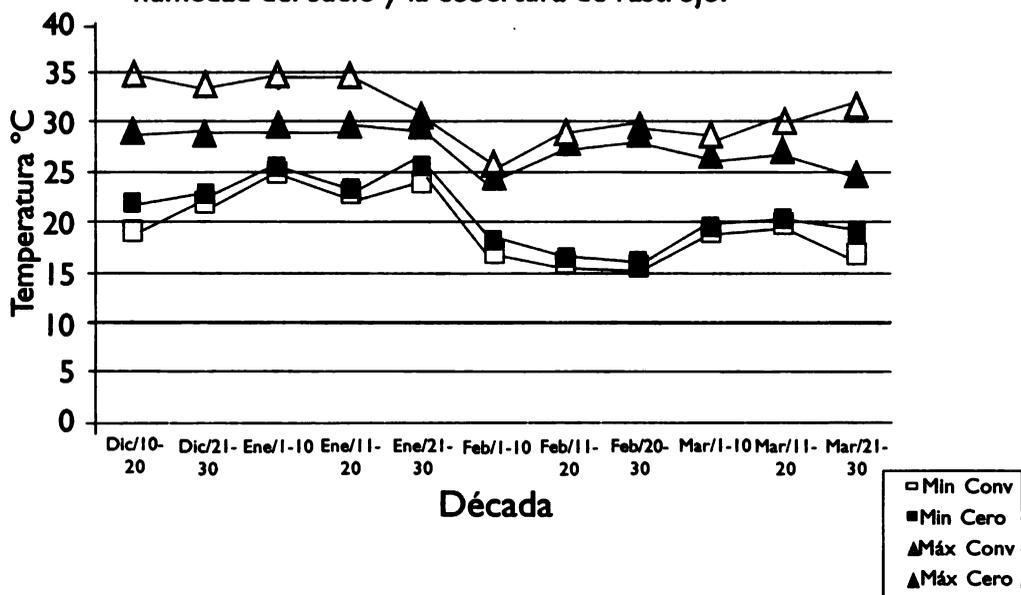


Figura N° 9 Promedio de temperatura máxima y mínima del suelo bajo labranza cero y convencional a profundidad de 10 cm. durante el cultivo de soja. Años 1992/1993

El efecto de la labranza cero sobre la temperatura mínima del suelo fue exactamente opuesto a la diurna, aunque las diferencias fueron pequeñas. Esto se debe a la presencia del rastrojo que sirve como regulador, disminuyendo en forma significativa la radiación del suelo durante la noche. Por esta razón, las temperaturas mínimas del suelo en la fase inicial, son siempre más altas en la labranza cero que en la labranza tradicional.

2. Humedad del suelo

La cobertura de rastrojo sobre el suelo, hace más lenta la tasa de escurrimiento y retiene las grietas y poros grandes, agujeros de gusanos y canales de raíces como caminos convenientes para la infiltración del agua. Junto con la menor evaporación, el agua es mantenida cerca de la superficie del suelo por períodos largos después de la precipitación, lo que resulta en un incremento neto del almacenaje de agua. Esto es particularmente cierto en los suelos que forman costra cuando son expuestos a impactos de gotas de agua de lluvia.

Los cultivos en suelos no labrados y cubiertos por rastrojos, experimentan un menor estrés de sequía en comparación con los campos labrados convencionalmente, obteniendo una mejor productividad. Sin embargo, los rendimientos de los suelos labrados y no labrados son similares durante los años con precipitación abundante. La Figura N° 10, muestra los efectos de la tensión de humedad (pF) a los 10 cm de profundidad del suelo durante el ciclo de soja en el sistema de cultivo doble de trigo – soja.

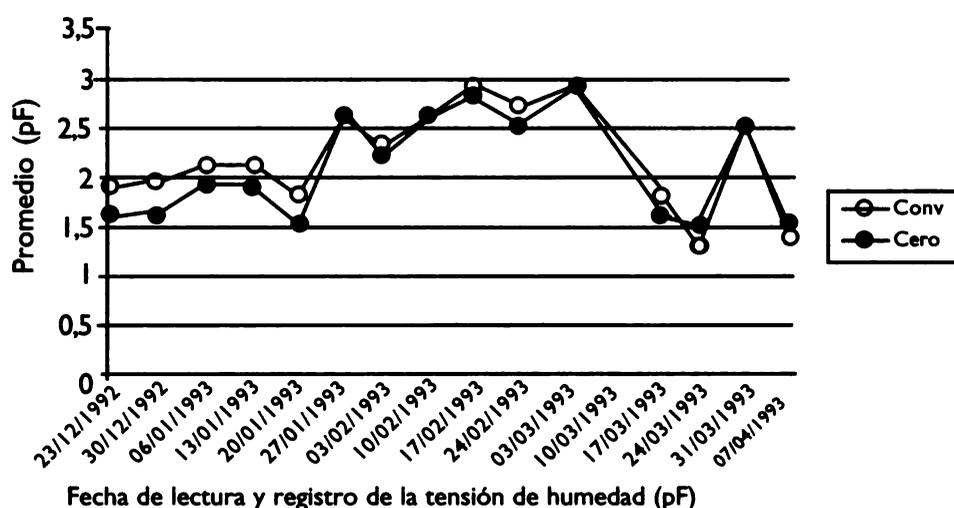


Figura N° 10 Promedios semanales de tensión de humedad (pF) a 10 cm de profundidad del suelo durante el ciclo de la soja.

Se observa que las diferencias más acentuadas entre suelos con labranza cero y convencional, ocurren al inicio de la temporada cuando la evaporación es relativamente más importante que la transpiración.

Después de este período, los valores de pF son casi similares bajo ambos sistemas de labranza. En algunos casos y con una muy baja tensión de humedad, la labranza cero mostró valores altos de pF, en comparación con las parcelas bajo labranza convencional. Este hecho sugiere que una capa de suelo labrado por el arado, es más húmeda a la misma profundidad de suelo labrado durante la lluvia e inmediatamente después.

3. Densidad y porosidad del suelo

Un objetivo importante en la investigación de la labranza, es identificar y determinar las condiciones del suelo que resultan de la labranza y cómo estos cambios afectan el crecimiento de las plantas. Durante las últimas tres décadas ha habido una creciente preocupación sobre las excesivas operaciones de la labranza y sus efectos negativos. El crecimiento de los cultivos de grano en labranza cero, ha causado preocupación en muchos técnicos de suelos y agricultores, en cuanto a cómo esta práctica puede afectar las propiedades físicas de los suelos. Por ejemplo, la densidad del suelo y las propiedades de porosidad, tienen una gran influencia sobre el movimiento del aire y agua y el potencial productivo de un suelo.

Los resultados de la investigación sobre este tema, muestran discrepancias cuando son comparados con un rango amplio de tipos de suelo y condiciones climáticas.

Los resultados de los ensayos de labranza en el sistema de doble cultivo trigo – soja en el sureste de Paraguay, revelan la presencia de una densidad de masa ligeramente alta en la capa superior (0 cm a 10 cm) que resulta de la ausencia de labranza.

Tabla N° 19 Efecto de tres años de labranza cero sobre densidades masales del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	Labranza cero (gml ⁻¹)	Labranza convencional (gml ⁻¹)
0-10	1.61	1.46
10-20	1.62	1.64
20-35	1.40	1.53
35-70	1.30	1.33
70-100	1.34	1.34

Aunque las altas densidades de masa causan una disminución en la porosidad llena de aire, el contenido volumétrico del agua es aún mayor en el tratamiento de labranza cero (Tabla N° 20). Por otra parte, el contenido de agua fácilmente disponible, fue alto en la capa superior (0 cm a 10 cm) en siembra convencional. Sin embargo, bajo 10 cm de profundidad, la disminución de agua fue menos pronunciada en el sistema de siembra directa (Tabla N° 21). Este hecho refleja la restauración natural de la estructura del suelo causada por la ausencia de labranza.

Finalmente, los datos sobre la comparación del movimiento del aire y la conductividad hidráulica saturada bajo los dos sistemas de labranza, se observan en la Tabla N° 22. Una vez más, la baja permeabilidad en las capas superiores de labranza cero son probablemente causadas por la alta densidad de masa.

Tabla N° 20 Efecto de tres años de labranza cero sobre el contenido total de agua y la porosidad llena con aire del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	Total contenido del agua (%)		Porosidad llena con aire (%)	
	Labranza cero	Labranza convencional	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	37.8	35.2	1.8	11.1
10-20	37.0	37.4	2.9	2.0
20-35	40.9	41.3	7.7	2.7
35-70	43.0	42.7	9.7	8.7
70-100	46.5	45.1	4.7	5.1

Tabla N° 21 Efecto de tres años de labranza cero sobre el contenido de agua disponible del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	Disponibilidad fácil del agua (%)		Disponibilidad difícil del agua (%)	
	Labranza cero	Labranza convencional	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	5.9	6.4	3.4	4.1
10-20	4.5	3.2	3.8	5.5
20-35	5.0	3.9	4.5	5.2
35-70	5.1	4.1	4.6	4.8
70-100	4.5	4.0	5.8	5.3

Tabla N° 22 Efecto de tres años de labranza cero sobre la permeabilidad del agua y del aire disponibles del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	Coeficiente de permeabilidad del agua (cm. sec ⁻¹)		Coeficiente de permeabilidad del aire (cm. sec ⁻¹)	
	Labranza cero	Labranza convencional	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	5x10 ⁵	2x10 ³	2x10 ⁵	7x10 ⁵
10-20	3x10 ⁵	5x10 ⁵	2x10 ⁵	8x10 ⁶
20-35	2x10 ⁵	2x10 ⁶	2x10 ⁵	7x10 ⁷
35-70	5x10 ⁶	2x10 ⁵	6x10 ⁶	4x10 ⁶
70-100	2x10 ⁶	3x10 ⁶	3x10 ⁶	3x10 ⁶

4. Propiedades químicas del suelo

La labranza cero afecta las propiedades químicas del suelo, debido fundamentalmente a tres cambios. El primero y más importante es causado por la falta de remoción del suelo. El segundo, por la aplicación de fertilizantes y cal a la superficie del suelo y el tercero, por los cambios en la tasa de evaporación del agua desde la superficie del suelo, originados por la cobertura de rastrojos.

La falta de movimiento del suelo año tras año y el agregado de nutrientes correctivos sobre la superficie del suelo, resultan en la distribución poco uniforme de los iones no móviles. Como resultado, los iones fuertemente unidos se concentrarán en las capas superiores cerca de la superficie del suelo y los iones reemplazados serán expulsados. En general, uno puede esperar que el fósforo y el potasio se concentren en la superficie si los fertilizantes que contienen estos iones son agregados regularmente. Los datos presentados en la Tabla N° 23, muestran el efecto de la labranza cero sobre el pH del suelo y la pérdida de calcio. Los datos muestran una tendencia hacia la acidificación del suelo y la pérdida de calcio en la parte superior del suelo bajo labranza cero.

Tabla N° 23 Efecto de tres años de labranza cero sobre el pH y la concentración intercambiable de calcio del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	pH de suelo (H ₂ O)		Calcio (meq (100ml) ⁻¹)	
	Labranza cero	Labranza convencional	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	5.4	6.0	4.2	4.8
10-20	6.0	5.9	4.7	4.6
20-35	6.0	5.8	4.9	4.7
35-70	6.3	5.7	4.8	4.8
70-100	6.2	5.9	4.8	4.8

La Tabla N° 24, muestra el efecto de la labranza cero sobre la concentración de fósforo y potasio. La concentración de estos nutrientes se hace más consistente con la profundidad debido probablemente a la aplicación de éstos sobre la superficie del suelo. En el caso de la labranza convencional, estos nutrientes son invertidos y mezclados año tras año hasta que el fósforo y el potasio son incorporados en forma uniforme en la profundidad de la labranza.

Tabla N° 24 Efecto de tres años de labranza cero sobre el potasio intercambiable y la concentración del fósforo disponible del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	Potasio intercambiable (meq (100g) ⁻¹)		Fósforo disponible (ppm)	
	Labranza cero	Labranza convencional	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	0.81	0.57	19.3	6.3
10-20	0.44	0.54	1.5	3.5
20-35	0.36	0.25	1.4	0.4
35-70	0.21	0.19	0.8	0.4
70-100	0.20	0.20	1.3	1.4
Total	2.02	1.75	24.3	12.0

Los datos presentados en la Tabla N° 24, muestran una disminución lenta en la concentración de fósforo y potasio en profundidades bajo siembra convencional. A su vez, bajo labranza cero, los fertilizantes aplicados sobre la superficie del suelo son desplazados por el agua en forma mucho más lenta y por difusión.

Como resultado, las concentraciones de fósforo y potasio son más altas en la capa superior del suelo (0 cm a 10 cm) y disminuyen rápidamente en profundidades mayores. En el caso del potasio, no existen diferencias reales en el total de los iones intercambiables dentro del perfil, pero su distribución es diferente. Sin embargo, en el caso del fósforo, las aplicaciones sobre la superficie sin un mezclado posterior, resultan en concentraciones más altas de fósforo en el perfil. Probablemente, debido a la falta de mezcla, existe un efecto de bandas sobre la superficie o una fijación menor de fósforo.

Los datos presentados en la Tabla N° 25, muestran el efecto de la labranza cero sobre la concentración del magnesio intercambiable. Aunque existen pequeñas diferencias de concentración sobre la superficie del suelo -bajo los dos sistemas de labranza- estas diferencias no son consistentes en las profundidades.

Tabla N° 25 Efecto de tres años de labranza cero sobre la concentración del magnesio intercambiable del suelo en Terra Roxa de Itapúa, Paraguay.

Profundidad (cm)	Magnesio intercambiable (meq (100ml) ⁻¹)	
	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	0.94	0.87
10-20	0.50	0.55
20-35	0.71	0.54
35-70	1.07	0.85
70-100	1.16	1.19
Total	4.35	4.00

5. Materia orgánica

Debido a la falta de movimiento del suelo y a una menor erosión bajo el sistema de labranza cero, el nivel de materia orgánica tiende a incrementarse o estabilizarse en lugar de disminuir como en el caso de la labranza convencional. Los datos presentados en la Tabla N° 26, muestran un claro incremento en el contenido de materia orgánica en las parcelas con labranza cero después de tres años continuos de cultivo doble trigo – soja. Las diferencias en el contenido de la materia orgánica no solo afectan las propiedades físicas del suelo, sino también el nivel nutricional de la planta debido a la presencia del nitrógeno, fósforo, azufre y zinc, en la materia orgánica.

La presencia de estos nutrientes en la materia orgánica, tiene un efecto mixto como en el caso del nitrógeno, dado que la acumulación de materia orgánica en el suelo tiende a disminuir la disponibilidad de los nutrientes contenidos en ésta. La tasa de liberación de nutrientes desde la materia orgánica, depende de las condiciones climáticas, del contenido nutricional de la materia y de su cantidad total efectiva. Teóricamente la liberación lenta de nutrientes de una fuente grande y creciente, debe igualar a la liberación rápida de nutrientes desde una fuente pequeña y en disminución.

Tabla N° 26 Efecto de tres años de labranza cero sobre el contenido de materia orgánica del suelo en Terra Roxa de Itapúa.

Profundidad (cm)	Materia orgánica (%)	
	Labranza cero	Labranza convencional
0-10	3.3	2.4
10-20	1.5	1.7
20-35	1.4	1.3
35-70	0.8	0.7
70-100	1.3	1.2

En otras palabras, los efectos positivos de la incorporación de materia orgánica causada por el arado, son originados principalmente por la descomposición de la materia orgánica y no por su acumulación. El problema radica en saber cómo aprovechar los niveles incrementados de la materia orgánica en campos con labranza cero.

6. Enraizado de plantas

La cantidad, tamaño y patrón de enraizado del cultivo son afectados por la densidad del suelo, porosidad, distribución de nutrientes y agua en el perfil del suelo, debido al empleo de diferentes sistemas de labranza. Como tal, el enraizado de la planta es uno de los indicadores recomendados para evaluar la mejoría o el deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo.

La comparación del enraizado de soja en suelos labrados y no labrados por tres años, muestra la intensificación de las raíces hasta una profundidad de 60 cm en las parcelas con labranza cero. (Tabla N° 27)

Tabla N° 27 Efecto de tres años de labranzas cero y convencional sobre el enraizado de soja

Profundidad (cm)	Labranza convencional (meq (100ml) ⁻¹)	Labranza cero (meq (100ml) ⁻¹)
5	78.9	128.0
10	32.4	35.9
20	7.2	9.5
30	4.1	10.9
40	4.1	10.9
50	1.3	13.6
60	1.8	18.8
Total	129.8	227.6

Fuente: Shimada y Romero, 1994.

Un patrón similar fue observado en los campos de agricultores. En campos no labrados, existe una migración del suelo fértil de la superficie hacia las profundidades, a través de un proceso de agrietamiento. Este proceso es característico de suelos secos de textura fina en campos de labranza cero. Después, estas regiones son explotadas por las raíces de las plantas resultando tanto un enraizado denso como profundo.

C. CONCLUSIONES

Las propiedades físicas y químicas del suelo bajo el sistema de labranza cero, resultaron más favorables al cultivo en comparación con labranzas por arado o disco practicadas por muchos agricultores. Estos efectos favorables del sistema de labranza cero sobre las propiedades del suelo, confirman que es el mejor sistema productivo para una agricultura sostenible en la región sureste del Paraguay.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1995. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1994. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. 35 p.

_____ 1996. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1995. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. 45 p.

_____ 1997. Programa de Investigación de Trigo. Resultados de la Investigación. Ciclo 1996. Capitán Miranda, Paraguay. MAG/CRIA/PIT. (Doc.001). 36 p.

Shimada, T.; Romero, A. 1994. Efecto de la siembra directa sobre el crecimiento de la raíz en trigo y soja. MAG/JICA, 12 p.

_____ ; **Hayasaka, T.; Paredes, C.** 1999. Effect of no-tillage cultivation on crop root distribution, soil physical and chemical properties in *Terra Roxa* soil. (J. Jpn.Soc.Soil Phys. No.82). p. 55-65

ANEXOS

Anexo I. Superficie cultivada, producción y promedio de rendimiento de trigo en Paraguay. Años 1967-2004.

AÑO	ÁREA SEMBRADA (há)	PRODUCCIÓN (ton.)	RENDIMIENTO (kg/há)
1967	8.300	9.100	1.100
1968	20.900	25.100	1.200
1969	34.300	31.400	915
1970	44.700	47.700	1.067
1971	51.500	54.800	1.064
1972	32.000	17.600	550
1973	20.300	23.000	1.133
1974	32.100	35.200	1.097
1975	23.400	20.800	889
1976	28.800	32.300	1.120
1977	28.500	28.300	992
1978	35.000	38.000	1.100
1979	55.000	59.000	1.072
1980	42.700	46.000	1.077
1981	50.000	54.000	1.042
1982	70.000	70.000	1.000
1983	75.000	107.000	1.426
1984	96.000	139.000	1.450
1985	126.900	184.600	1.455
1986	153.700	233.500	1.519
1987	162.000	284.000	1.750
1988	189.900	315.000	1.658
1989	236.400	505.000	2.136
1990	153.837	240.538	1.563
1991	156.498	259.337	1.657
1992	182.760	328.406	1.757
1993	192.230	425.421	2.213
1994	174.786	375.679	2.149
1995	172.479	208.617	1.209
1996	224.046	400.189	1.786
1997	200.700	229.173	1.142
1998	187.900	180.088	958
1999	127.000	230.000	1.800
2000	170.512	229.451	1.346
2001	159.342	220.054	1.381
2002	245.410	362.500	1.477
2003	350.000	650.000	1857
2004	326.000	750.000	2300

Fuente: MAG. Dirección de Estadísticas y Censos

Anexo 2. Principales variedades de trigo liberadas en Paraguay en el periodo 1965-2004
Programa de Investigación de Trigo.

Variedad	Cruza	Origen Vivero	Liberación	
			Institución	Año
Nº. 1 - Centenario	Lee/Fn	USDA	IAN	1965
Nº.6	Fn/K58/N 150	USDA	IAN	1965
Nº. 8 - Boquerón	NS 4021/k338 AC/ND 52	USDA	IAN	1965
Nº. 9	K338 AA/NS3880.191/ND 52	USDA	IAN	1965
Nº.11	K338 AA/NS3880.191/ND 53	USDA	IAN	1965
214/60	Kt 54/n10B21	México	IAN	1970
281/60	Kl.Cometa/Newthatch/Mentan/3/ Menkem en/4/N/Nt/Nt/K/3/Bg/5/Fr	Colombia	IAN	1970
Itapúa 1	Ngf/ 2*Fr/4/N/Nu/Nt/K/3/Bg/5/Fr	México	CRIA	1972
Itapúa 5	Son 64/KLRE	CIMMYT	CRIA	1974
Naica	Son 64/TZPP//Nai 60/Jar's'	CIMMYT	CRIA	1974
Timgalen	Aguilera/Kenia/Marroquí/Supremo /3/Gb /4/Winglen	Australia	IAN	1978
C-7605	J9281.67/LR 64 A	FECOTRIGO	IAN	1979
Itapúa 25	Pi /3/LR64/Tzpp/Knott 2	CIMMYT	CRIA	1979
IAN 5	KL.Luc *4/Y 53//IFLE 9996	CIABB	IAN	1980
IAN 7	Pel 72214	UFPEL	IAN	1981
Cordillera 3	Kvz/Buho's'//Kal/Bb	CIMMYT	IAN	1982
Cordillera 4	Aepoglom/II 6427 (=MN72131)	Univ. Minnesota	IAN	1984
Itapúa 30	Jup/Ald's'	CIMMYT	CRIA	1985
Itapúa 35-Apereá	CMH74A – 754//Pelotas 72380/Arthur	CIMMYT	CRIA	1987
IAN 8-Pirapó	Bobwhite's'	CIMMYT	IAN	1987
Itapúa 40-Obligado	Veery"S"/Bobwhite"S"	CIMMYT	CRIA	1992
IAN 9-Iguazú	Veery/Myna"S"	CIMMYT	IAN	1993
Itapúa 45-Don Paní	CHAT"S" /CEP 7780//PRL "S"/Bow"S" – CP2825 - 5E- OY- 6E - OE – OP	PIT	CRIA	2.000
Itapúa 50 -Amistad	CHAT"S" /CEP 7780//CHIL "S" – CP2826 - 2E- OY-6E - OE – 1E- OE	PIT	CRIA	2.000
Itapúa 55- Don H. Bertoni	CHAT"S" /CEP 7780//PRL "S"/BOW !S". CP2825 - 5E- OY- 15E - OE - OP	PIT	CRIA	2.000
IAN10 – Don Arte	CHAT"S" /CEP 7780//PRL "S"/BOW !S"	PIT	CRIA	2.003
Itapúa 60- Don Emilio	CAR853/COC//VEE"S"/3/JUP/BJ Y"S"//URES	PIT	CRIA	2.003

Fuente: MAG/PIT.

Anexo 3. Evolución estimativa del área cultivada con el sistema de siembra directa en Paraguay.

Año	Hectáreas
83/84	100
84/85	250
85/86	500
86/87	1.000
87/88	2.000
88/89	3.000
89/90	4.000
90/91	5.000
91/92	10.000
92/93	20.000
93/94	71.700
94/95	100.000
95/96	150.000
96/97	230.000
97/98	380.000
98/99	480.000
99/00	770.000
00/01	960.000
01/02	1.100.000
02/03	1.300.000
03/04	1.500.000

Fuente: Programa Nacional de Manejo, Conservación y Recuperación de Suelos. DEAG/MAG.

Anexo 4. Oferta y Demanda Mundial de trigo. En millones de toneladas.

Ciclo	Area	Rendimiento	Producción	Exportación	Empleo Total	Stock Final	Stock/ uso %
1995/96	218.78	2.46	538.41	99.20	544.9	153.30	28.13%
1996/97	230.20	2.53	582.70	104.00	574.90	161.10	28.02%
1997/98	228.40	2.68	610.10	104.39	579.41	191.10	32.98%
1998/99	225.40	2.62	589.90	102.02	579.30	202.40	34.94%
1999/00	216.57	2.71	585.34	112.70	584.74	203.01	34.72%
2000/01	219.26	2.66	581.52	103.63	583.87	200.65	34.37%
2001/02	214.78	2.71	580.76	108.17	585.13	202.33	34.58%
2002/03	214.07	2.65	566.86	108.48	601.67	167.07	27.77%
2003/04	209.78	2.62	549.61	107.46	587.93	128.75	21.90%
2004/05	217.36	2.71	588.67	102.13	594.15	123.26	20.75%

Fuente: USDA WASDE 410 & WAP 2004.

Anexo 5: Exportación e Importación Mundial de trigo. En millones de toneladas.

Pais	Prod.	Oferta	Export.	Import.	Prod.	Oferta	Export.	Import.
Total Mundial	599.618	565.475	118.157	112.664	100,0	100,0	100,0	100,0
Cono Sur	20.789	17.315	7.027	7.457	3,5	3,1	5,9	6,6
Bolivia	121	324	2	208	0,0	0,1	0,0	0,2
Chile	1.395	1.913	1	518	0,2	0,3	0,0	0,5
MERCOSUR	19.273	15.078	7.024	6.731	3,2	2,7	5,9	6,0
Argentina	15.324	5.050	6.723	1	2,6	0,9	5,7	0,0
Brasil	2.900	9.068	4	6.643	0,5	1,6	0,0	5,9
Paraguay	472	476	156	53	0,1	0,1	0,1	0,0
Uruguay	577	484	142	34	0,1	0,1	0,1	0,0
Otros países	402.753	333.092	86.220	35.202	67,2	58,9	73,0	31,2
China	116.930	119.979	712	6.094	19,5	21,2	0,6	5,4
India	65.686	61.937	1.081	1.457	11,0	11,0	0,9	1,3
EE.UU.	64.762	35.107	29.168	1.939	10,8	6,2	24,7	1,7
Fed. Rusa	39.587	38.113	438	3.214	6,6	6,7	0,4	2,9
Francia	34.898	18.383	16.931	667	5,8	3,3	14,3	0,6
Canadá	27.050	8.160	17.896	106	4,5	1,4	15,1	0,1
Australia	21.560	3.687	17.150	2	3,6	0,7	14,5	0,0
Turquia	18.583	19.182	1.008	2.350	3,1	3,4	0,9	2,1
Italia	7.381	10.695	1.442	6.712	1,2	1,9	1,2	6,0
Egipto	5.792	11.321	3	6.539	1,0	2,0	0,0	5,8
Japón	526	6.528	393	6.122	0,1	1,2	0,3	5,4
Resto del mundo	176.076	215.068	24.909	70.005	29,4	38,0	21,1	62,1

Fuente: FAO (FAOSTAT) Año 2004.

Anexo 6: Consumo per cápita de trigo y derivados.

País/Región	Kg/habitante/año	% del promedio mundial
Mundo	71	100
Cono Sur		
Argentina	117	166
Bolivia	39	54
Brasil	49	70
Chile	115	162
Paraguay	23	32
Uruguay	95	134
Países de mayor consumo		
Siria,Rep.Arabe	216	305
Kazajstan	215	304
Tunez	211	298
Argelia	202	285
Marruecos	198	280

Fuente: Scarlato, G. Año 2000.



Foto 1: Vista general de parcelas experimentales de trigo del Programa de Investigación de Trigo en Capitán Miranda, Departamento de Itapúa.



Foto 2: Vista general de parcelas experimentales del Programa de Investigación de Trigo en Yhovy, Departamento de Canindeyú.



Foto 3: Parcela Experimental de la variedad ITAPUA-40 "Obligado", liberada en el 1992



Foto 4: Parcela Experimental de la variedad ITAPUA-50 "Amistad", liberada en el 2000



Foto 5: Parcela Experimental de la variedad ITAPUA-45 "Don Pani", liberada en el 2000



Foto 6: Parcela Experimental de la variedad ITAPUA-60 "Don Emilio", liberada en el 2003



Foto 7: Parcela Experimental de la variedad IAN-10 "Don Arte", liberada en el 2003



Foto 8: Parcela experimental del Programa de Investigación de Trigo en el Centro Regional de Investigación Agrícola, CRIA, del Ministerio de Agricultura y Ganadería.



Foto 9: Día de Campo para liberación de nuevas variedades de trigo del Programa de Investigación de Trigo, en el Centro Regional de Investigación Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería.



Foto 10:
Espiga de la Variedad ITAPUA-60 "Don Emilio"



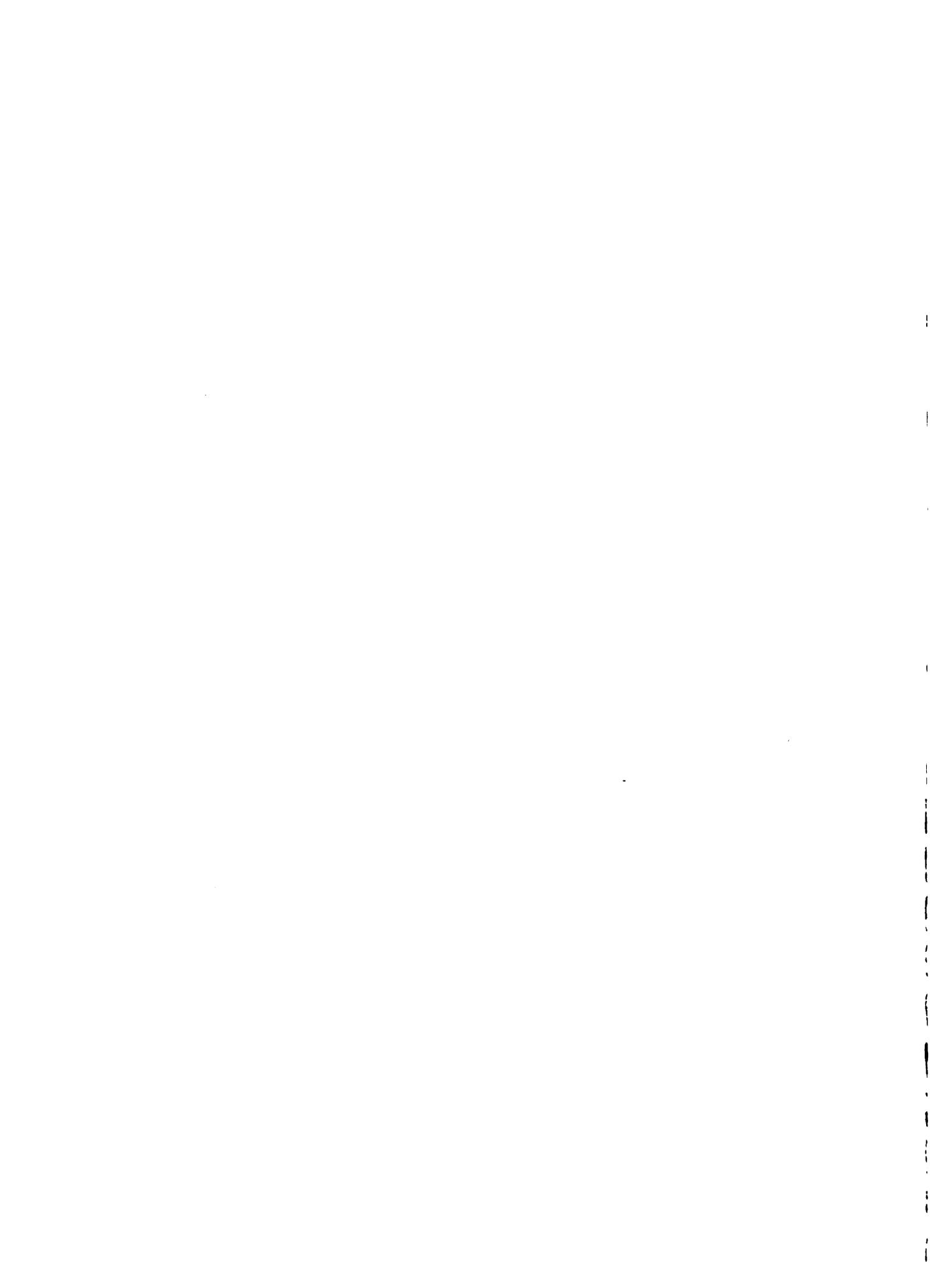
Foto 11:
Espiga de la Variedad IAN-10 "Don Arte"



Foto 12: Comparación de materiales genéticos de trigo por "Resistencia a la Germinación" en espigas.

TRIGO INDUSTRIALIZADO: VISTA GENERAL DE PANES PRODUCIDOS CON VARIEDADES NACIONALES.







Independencia Nacional 1.525

Telefax: (595-21) 373 153

E-mail: grafirsa@rieder.net.py

Asunción - Paraguay

Estructura Directiva del IICA

Para el cumplimiento de su visión y misión, el IICA cuenta con el compromiso conjunto de sus tres órganos superiores:

Junta Interamericana de Agricultura (JIA)

Es el órgano superior del IICA y está integrado por Ministros de Agricultura de sus Estados Miembros. Se reúne en forma ordinaria cada dos años.

Comité Ejecutivo

Es el órgano auxiliar del JIA. Está integrado por representantes de 12 Estados Miembros elegidos según criterios de rotación parcial y de equitativa distribución geográfica, por un periodo de dos años. Se reúne anualmente en forma ordinaria.

Dirección General

Es el órgano ejecutivo del IICA conformado por todas las unidades ejecutivas, técnicas y administrativas, lideradas por el Director General.

Estados Miembros

Región Norte

Canadá
Estados Unidos de América
México

Región Central

Belice
Costa Rica
El Salvador
Guatemala
Honduras
Nicaragua
Panamá

Región Andina

Bolivia
Colombia
Ecuador
Perú
Venezuela

Región Sur

Argentina
Brasil
Chile
Paraguay
Uruguay

Región Caribe

Antigua y Barbuda
Bahamas
Barbados
Dominica
Grenada
Guyana
Haití
Jamaica
República Dominicana
San Vicente y las Granadinas
Santa Lucía
St. Kitts y Nevis
Suriname
Trinidad y Tobago

Estado Asociado

España

Observadores Permanentes

Alemania, Austria, Bélgica, Unión Europea, España, Federación de Rusia, Francia, Hungría, Israel, Italia, Japón, Portugal, Reino de los Países Bajos, República Arabe de Egipto, República Checa, República de Corea, República de Polonia y Rumania.



*Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura*

OFICINA DEL IICA EN PARAGUAY

Juan E. O'Leary 409 5to. Piso Of. 516 Edificio Parapiti

Tel.: (595-21) 490 740 Fax: (595-21) 445 048

Casilla de Correo 287. Asunción, Paraguay

Correo Electrónico: iica@iica.org.py

Sitio Web: www.iica.org.py