

Lidia de Viedma <sup>2</sup>  
Carlos Paniagua <sup>3</sup>  
Egon Bogado <sup>4</sup>  
Rosa Ma. Luján O. de Cristaldo <sup>5</sup>  
Graciela Cabrera <sup>6</sup>  
Man Mohan Kohli <sup>7</sup>

## INTRODUCCIÓN

El uso de variedades mejoradas y de mejores técnicas de manejo del cultivo del trigo (*Triticum aestivum*) han sido los principales factores que contribuyeron para estabilizar y aumentar los rendimientos del cultivo en el Paraguay. Desde sus inicios, el Programa de Investigación de Trigo (PIT) ha puesto mayor énfasis en el aumento de la productividad, llegando en el año 1986 a producir trigo en cantidades suficientes para satisfacer la demanda interna y concretar la primera exportación en este rubro.

Los trabajos de investigación en el cultivo del trigo han sido ejecutados desde sus inicios por los dos Centros Experimentales más grandes 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 (MAG).

La estrategia actual del mejoramiento genético, conducido por el (PIT), tiene como objetivo poner a disposición de los agricultores, variedades con buen potencial de rendimiento, tolerantes a las enfermedades, alta calidad industrial y con características diferenciadas para cada ambiente y tipo de suelo. Otras metas incluyen el desarrollo de líneas mejor adaptadas a las condiciones del país con características tales como: resistencia o tolerancia a periodos de sequía o a altas temperaturas, suelos ácidos, ciclo y altura de plantas intermedias, resistencia al tumbamiento, etc.

El factor calidad ha incrementado su importancia a nivel global. Existe gran interés en los mercados para desarrollar productos especiales con calidad diferenciada que puedan satisfacer a los consumidores cada vez más exigentes. El estudio de la calidad comercial e industrial se ha constituido en prioridad para el Programa.

En este trabajo se presentan las características principales de las tres variedades comerciales de trigo que fueron liberadas por el Programa de Investigación de Trigo en el año 2000. Estas variedades sobresalen por su alta calidad comercial e industrial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La cruce simple fue realizada en el año 1986 en el Instituto Agronómico Nacional de Caacupé entre progenitores seleccionados. La población es F1 y F3 fueron sembradas en México en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Las demás generaciones fueron sembradas en el CRIA, Capitán Miranda, Itapúa.

El avance de generaciones se realizó utilizando los métodos combinados selección masal y selección individual o genealógica. Luego de alcanzar la estabilidad (homocigosis), los materiales genéticos se observaron y estudiaron en Ensayos Preliminares y Ensayos Intermedios de Rendimiento durante dos años en el CRIA y en Ensayos Finales de Rendimiento durante 4 años en diferentes regiones agroecológicas del país, Departamentos de Itapúa, Alto Paraná y Misiones para observar la adaptabilidad de los mismos.

Para la selección de los materiales se tuvieron en cuenta varios factores como: ciclo, altura, componentes de rendimiento, adaptabilidad, comportamiento de los materiales genéticos frente al complejo de enfermedades del trigo y, básicamente sus características de calidad industrial.

### Multiplicación de semilla

Paralelamente a los experimentos, se procedió a la obtención de la semilla madre de los tres materiales para multiplicación y su liberación como variedades comerciales en el año 2000. En el año 1991, la multiplicación en el verano fue realizada en el INIA, Chile, con el obje-

1 Contribución al Programa de Investigación Triguera, DIA - MAG.

2 Ing. Agr. M.Sc en Protección de Cultivos. Coordinadora Nacional del PIT. MAG/DIA/CRIA.

3 Ing. Agr. M. Sc. en Fitomejoramiento. MAG/DIA/CRIA

4 Ing. Agr. Mejorador. MAG/DIA/CRIA

5 Ing. Agr. Ph.D. Fitomejoradora. Facultad de Ciencias Agrarias/UNA. San Lorenzo

6Tecnóloga de Alimentos. M.Sc. MAG/DIA/IAN

7 Ph.D. Fitomejorador. Representante del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en el Cono Sur. Programa Trigo.

tivo de aumentar la cantidad de semilla.

## Estudios de Calidad

Los análisis físico-químicos fueron realizados en el Laboratorio de Calidad del CRIA y en el Laboratorio del IAN. Los métodos de análisis empleados se basaron en la determinación del contenido de humedad del grano por el método de Kett, extracción de harina (%) con molino experimental Brabender Junior, peso hectolitrico (kg/HL) con Makino Keisokuki de 51 mm y peso de 1.000 granos en balanza electrónica.

En la harina, se analizaron la fuerza del glúten según el test de microsedimentación, el índice de caída (seg) con el equipo Perten y el contenido de ceniza (%) empleando mufla y balanza electrónica de precisión.

## RESULTADOS

Las tres nuevas variedades de trigo denominadas **ITAPUA 45 - DON PANI**; **ITAPUA 50 - AMISTAD** e **ITAPUA 55 - DON H. BERTONI**, fueron liberadas el 20 de setiembre del año 2000.

Las nuevas variedades fueron inscriptas en la Dirección de Semilla (DISE), dependiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el Registro Nacional de Cultivares Protegidos (RNCP) y en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales (RNCC).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería por Resolución N° 42 otorgó el Título de Obtentor al Centro Regional de Investigación Agrícola de Capitán Miranda, dependiente de la Dirección de Investigación Agrícola (DIA).

En las Tablas 1 y 2 se presentan las informaciones relacionadas a características agronómicas y componentes de la producción de las tres variedades de trigo, comparadas a dos variedades nacionales más sembradas.

**Tabla 1. Altura de planta, días a espigazón y días**

Variedad	Altura (cm)	Días	
		Espigazón <sup>(1)</sup>	Maduración <sup>(2)</sup>
Itapúa 45 - Don Paní	80	72	122
Itapúa 50 - Amistad	85	80	125
Itapúa 55 - Don H. Bertoni	80	76	124
Itapúa 40 - Obligado	80	83	128
Ian 8 - Pirapó	75	87	132

**a maduración. Promedio del Ensayo Regional, años 1994/9**

<sup>1</sup> Días a espigazón (de emergencia a 50 % de espigas emergidas).

<sup>2</sup> Días a maduración (de emergencia a maduración total).

Como puede observarse en la tabla precedente, la variedad Itapúa 45, presenta mayor precocidad, espigando a los 72 días, llegando a los 122 días a la maduración. Las tres variedades poseen ciclo más corto que las variedades

de testigos Itapúa 40 e IAN 8. La ventaja principal de la precocidad de un material es la posibilidad de cosecha antes de las lluvias que normalmente ocurren en los meses de octubre y noviembre que afectan la calidad del grano.

**Tabla 2. Comparación de rendimientos (kg/ha).**

Variedad	Rendimiento (kg/ha)	
	Promedio	Máximo
Itapúa 45 - Don Paní	2.551	4.638
Itapúa 50 - Amistad	2.503	4.447
Itapúa 55 - Don H. Bertoni	2.316	4.456
IAN 8 - Pirapó	1.929	3.442
Itapúa 40 - Obligado	2.260	4.400

**Media de 13 Ensayos en 4 localidades. Años 1994/9**

Los rendimientos promedios de Itapúa 45 superan en 12 % y 25% a las variedades testigos Itapúa 40 e IAN 8, respectivamente. La variedad Itapúa 50 supera en 10 % y 23% a las variedades testigos Itapúa 40 e IAN 8, respectivamente y la variedad Itapúa 55 es superior en 2,5 % y 17 % a las variedades testigos Itapúa 40 e IAN 8, respectivamente.

## CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD COMERCIAL DE LAS TRES VARIEDADES

**Calidad del grano:** Las variedades Itapúa 45, Itapúa 50 e Itapúa 55, son del tipo semiduro, rojo y textura vítrea. En la tabla 3 se presenta los valores observados de las características de calidad del grano.

Variedad	P.H. kg/HL	Peso 1.000 granos (g)	Proteína (%)	Extracción harina (%)
Itapúa 45	78,0	34,0	14,1	70,3
Itapúa 50	77,0	30,5	14,3	69,7
Itapúa 55	78,0	32,5	14,8	70,5

**Tabla 3. Características de calidad comerciales de las tres nuevas variedades de trigo.**

- El peso hectolitrico de las variedades Itapúa 45, Itapúa 50 e Itapúa 55 es alto y están clasificadas como pesado.
- El peso de 1.000 granos de la variedad Itapúa 45 es clasificado como intermedio, en tanto que las variedades Itapúa 50 e Itapúa 55 son clasificadas como pequeño.
- El tenor de proteína de las nuevas variedades se encuentran en el rango de alto, considerándose aptas para la panificación.
- La extracción de harina según el tipo de uso del molino, en las tres variedades se encuentran dentro del rango de muy bueno.

## CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD INDUSTRIAL

**Calidad de la harina:** Hacen relación con las características físico químicas de la harina, y en la tabla 4 se

muestran los valores observados.

Variedad	Ceniza (%)	Indice de caída (seg)	MS_SDS (mL)	Glúten húmedo (%)
Itapúa 45	0,40	2,65	14,4	35,0
Itapúa 50	0,45	2,71	14,6	44,6
Itapúa 55	0,46	2,69	13,1	35,9

**Tabla 4. Características de calidad industrial de las tres nuevas variedades de trigo.**

- El contenido de ceniza de las variedades Itapúa 45, Itapúa 50 e Itapúa 55 presentan valores promedios bajos, considerándose por ello, **Excelente** lo que indica una elevada pureza de la harina orientándose hacia la harina Tipo 0000.
- El Falling Number (FN) o Índice de caída, presentan una **Óptima** actividad enzimática para la panificación
- Los valores de microsedimentación (MS-SDS) son orientativos del potencial de panificación y las tres variedades se encuentran dentro del rango de **Media fuerza**.
- El contenido de gluten húmedo de las tres nuevas variedades se encuentran dentro del rango **Muy bueno**, permitiendo una rápida decisión sobre el uso de la harina, además de indicar el deterioro provocado por el calor o insectos.

#### CARACTERISTICAS DE CALIDAD INDUSTRIAL

##### Propiedades de extensión de las masas

La extensibilidad y resistencia a la expansión de la masa es consecuencia de la producción de dióxido de carbono durante la fermentación panadera y ella es medida con un equipo llamado Alveógrafo y cuyos valores se pueden ver en la tabla 5.

Variedad	W (104J)	P/L
Itapúa 45	542	0,43
Itapúa 50	208	0,54
Itapúa 55	133	0,43

**Tabla 5. Valores de la extensibilidad y resistencia a expansión de la masa.**

El valor de W ( Trabajo de deformación de la masa) de la Variedad Itapúa 45 es superior a 300, lo que indica un gluten **Fuerte**, apta para el pan de molde y pan tipo francés. La variedad Itapúa 50 se encuentra dentro del rango de fuerza **Media fuerte**, apta para panificación y mezclas. Itapúa 55 presenta un gluten de fuerza **Media** ideal para panificación.

El valor de P/L (Equilibrio de la masa) de las tres variedades presenta características de masas **extensibles**, ideales para realizar mezclas que permitan obtener masas

en función de su aplicación.

#### DESCRIPCION DE LOS CULTIVARES DE TRIGO

##### Variedad Itapúa 45-Don Paní

**ORIGEN :** La variedad Itapúa 45-Don Paní se originó de la cruz CHAT «S» / CEP 7780 // PRL «S» / BOW « CP 2825 - 5E - 0Y - 6E - 0E -0P

La cruz fue realizada en el Paraguay en el año 1986 e identificada con el registro E-91075 en el CRIA de Capitán Miranda.

##### CARACTERISTICAS

Altura de planta	:	80 cm ( Intermedio )
Ciclo	:	Precoz
Días a la espigazón	:	72 días
Días a la maduración	:	122 días
Tumbamiento	:	Tolerante
Germinación en espiga	:	Tolerante
Desgrane	:	Resistente
Grano	:	Rojo - Ovoide y Vítreo
Potencial de Rendimiento	:	Alto
Peso Hectolítrico	:	Alto
Peso de mil Granos	:	Intermedio a Alto
Proteínas en granos	:	Alto (Rango: 13,6% - 15,5%)
Glúten húmedo	:	35% (Rango: 35%-45%)
Extracción de harina	:	62%

##### REACCIÓN A ENFERMEDADES

Oidio	:	Moderadamente susceptible
Roya de la hoja	:	Moderadamente susceptible
Roya del tallo	:	Resistente
Mancha foliar	:	Moderadamente susceptible
Fusariosis	:	Moderadamente susceptible

##### CARACTERISTICAS RESALTANTES

- Mayor precocidad que las variedades nacionales Itapúa-40, IAN-8,
- Más Tolerante a la Roya de la hoja comparado a los cultivares IAN-8 e Itapúa 40
- Buena Tolerancia a las lluvias continuas en la época de cosecha, similar a Itapúa 40 e IAN 8.
- Buen Rendimiento promedio, similar a la variedad Itapúa-40.

##### ITAPÚA - 50 AMISTAD

**ORIGEN :** La variedad Itapúa 50 se originó de la cruz CHAT «S» / CEP 7780 // CHIL «S»- CP 2826 - 2E - 0Y - 1E - 0E -0P

La cruz fue realizada en el IAN en el año 1986 e identificada con el registro E-91081 en el CRIA .

##### CARACTERISTICAS

Altura de planta	:	85 cm ( Intermedio )
Ciclo	:	Intermedio
Días a la espigazón	:	80 días

Días a la maduración	:	128 días
Tumbamiento	:	Tolerante
Germinación en espiga	:	Tolerante
Desgrane	:	Resistente
Grano	:	Rojo - Ovoide y Vítreo
Potencial de Rendim.	:	Alto
Peso Hectolítrico	:	Alto
Peso de mil Granos	:	Intermedio a Alto
Proteínas en granos	:	Alto (Rango: 13,6%-15,5%)
Gluten húmedo	:	35% (Rango: 35%-45%)
Extracción de harina	:	62%

#### REACCION A ENFERMEDADES

Oidio	:	Moderadamente susceptible
Roya de la Hoja	:	Moderadamente susceptible
Roya del Tallo	:	Resistente
Mancha foliar	:	Moderadamente susceptible
Fusariosis	:	Moderadamente susceptible

#### CARACTERISTICAS RESALTANTES

- \* Alta calidad comercial e industrial, comparable a las variedades nacionales Itapúa -40 e IAN-8.
- \* Más Tolerante a la Roya de la hoja comparado a las variables Cordillera -3 e Itapúa-40.
- \* Buena Tolerancia a las lluvias continuas en la época de cosecha, superior a IAN-9 y similar a Itapúa-40 e IAN-8.
- \* Buen Rendimiento promedio, similar a la variedad Itapúa - 40.

#### ITAPÚA - 55 DON H. BERTONI

**ORIGEN :** La variedad Itapúa 55-Don H. Bertoni se originó de la crusa CHAT «S» / CEP 7780 // PRL «S» / BOW «S» CP 2825 - 5E - 0Y - 15E - 0E -0P

La crusa fue realizada en el IAN en el año 1986 e identificada con el registro E-91079 en el CRIA

#### CARACTERISTICAS

Altura de planta	:	80 cm (Intermedio)
Ciclo	:	Intermedio
Días a la espigazón	:	76 días
Días a la maduración	:	124 días
Tumbamiento	:	Tolerante
Germinación en espiga	:	Tolerante
Desgrane	:	Resistente
Grano	:	Rojo - Ovoide y Vítreo
Potencial de Rendimiento	:	Alto
Peso Hectolítrico	:	Alto
Peso de mil Granos	:	Intermedio a Alto
Proteínas en granos	:	Alto (Rango: 13,6%-15,5%)
Gluten húmedo	:	35% (Rango: 35%-45%)
Extracción de harina	:	70,5%

#### REACCION A ENFERMEDADES

Oidio	:	Moderadamente susceptible
Roya de la Hoja	:	Moderadamente susceptible
Roya del Tallo	:	Resistente

Mancha foliar	:	Moderadamente susceptible
Fusariosis	:	Moderadamente susceptible

#### CARACTERISTICAS RESALTANTES

- \* Buena calidad comercial e industrial, comparable a las variedades nacionales Itapúa - 40 e IAN-8.
- \* Más Tolerante a la Roya de la Hoja comparado a las variables Cordillera -3 e Itapúa - 40.
- \* Buena Tolerancia a las lluvias continuas de épocas de cosecha, superior a IAN-9 y similar a Itapúa-40 e IAN-8.
- \* Buen Rendimiento promedio, similar a la variedad Itapúa -40.

## BIBLIOGRAFÍAS

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

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

**MAG. 1976. DIEAF. Programa Nacional de Investigación Triguera.** MAG. Informe Anual 1975, 33 p.

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

**MAG/DIA/CRIA. Programa de Investigación de Trigo.** Resultados de la Investigación en Trigo. Años 1990 al 2002.

**MAG/DIA/CRIA-JICA: ITAPUA 45-DON PANI.** Año 2000.

**MAG/DIA/CRIA-JICA : ITAPUA 50- AMISTAD.** Año 2000.

**MAG/DIA/CRIA-JICA: .ITAPUA 55-DON H. BERTONI.** Año 2000.

**MAG/DIA/IAN.** Análisis de la calidad comercial de industrial de tres nuevas variedades de trigo. AÑO 2000.

**PANIAGUA, C. y otros.** Nuevas variedades de trigo alto rendimiento. MAG/DIA. 1985

**PEDRETTI, R. & LIDIA DE VIEDMA.** Estrategia de la DIEAF y progreso alcanzado en el mejoramiento genético para resistencia a enfermedades del trigo. Seminario sobre mejoramiento genético para resistencia a enfermedades. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. EMBRAPA, Passo Fundo, RS, Brasil, 2 al 10 de octubre de 1988

**PEDRETTI, R. & M.M.KOHLI. 1991.** Wheat Production in Paraguay: Trends, Major Constraints and Potential. In: Proceedings of the Wheat for Nontraditional Warm Areas. International Conference, Foz do Iguazú, Brazil, July 29-August 3, 1990. IINPD/CIMMYT Ed. E. Saunders. pp 84-95.