



**PROYECTO DE RESISTENCIA DURADERA  
PARA LA ZONA ANDINA, "PREDUZA"**

**INFORME ANUAL DE SUBPROYECTOS 2002**

**Daniel L. Danial  
Quito, Ecuador  
Marzo 2003**

PREDUZA, es el Proyecto de Mejoramiento para Resistencia Duradera en Cultivos de las zonas altas en la Región Andina. PREDUZA, es ejecutado por "The Plant Breeding Department of the Wageningen Agricultural University", the Netherlands y financiado por el Ministerio Holandés de Desarrollo y Cooperación, con su siglas en Holandés DGIS. PREDUZA, tiene su sede en Quito-Ecuador y esta relacionado con el Mejoramiento de los cultivos altos en la región

Dirección de PREDUZA  
P/a CIAT, Avs. Eloy Alfaro y Amazonas. Edificio del Ministerio de  
Agricultura (MAG), cuarto piso, oficina 401, Quito-Ecuador  
Tel-fax: 593-2-500316/541997  
e-mail: [ddanial@ciatfza.org.ec](mailto:ddanial@ciatfza.org.ec)  
web: [www.preduzza.org](http://www.preduzza.org)

Cita Correcta: Informe Anual de Subproyectos PREDUZA, 2002, D. L.  
Danial, 341 páginas.

# **EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE MATERIALES AMARILLOS Y BLANCOS HARINOSOS, BAJO INFECCIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL CON RESISTENCIA A *F.moniliforme* EN ECUADOR.**

**Zambrano José Luis, Yáñez Carlos y Mora Eloy**

Programa de Maíz , Estación Experimental Santa Catalina (EESC), Panamericana Sur Km 14 . INIAP. Quito, Ecuador.

## **Resumen**

Se evaluaron con la participación de productores(as) 8 materiales blancos harinosos y 7 amarillos harinosos desarrollados en ciclos anteriores por el Programa de Maíz de la EESC. En San José de Minas, a libre infección, se realizaron tres evaluaciones participativas en diferentes estados fenológicos del cultivo, siendo el tamaño y la textura harinosa del grano, altura de planta, rendimiento, resistencia a pudrición de mazorca y enfermedades foliares los criterios que más pesaron en las evaluaciones participativas. En la EESC se sembraron los mismos materiales para su evaluación bajo inoculación artificial. El análisis combinado ubicó a los materiales ODA 1, Aychasara, Cruza 2 y a Recombinación de líneas S1 amarillo harinoso (RIs1) con los mayores rendimientos y menores porcentajes de pudrición de mazorca.

## **Antecedentes**

En los dos últimos ciclos, el Programa de Maíz generó mediante cruzamientos entre los materiales de grano morocho (Pob.85xEUCU-573 e I-160xEUCU-573) con los blancos harinosos (Selección grano grande (SGG) y Pob. blanco blandito) tres materiales promisorios de maíz blanco harinoso, los mismos que en F1 presentaron porcentajes de pudrición de mazorca muy inferior al porcentaje observado en los progenitores de grano harinoso.

El Programa desarrolló también mediante selección bajo infección artificial y recombinación de siete líneas S1 de las poblaciones Mishca, I-131 e I-122 (Chaucho mejorado), un material de grano amarillo harinoso (RIs1) con resistencia a *F.moniliforme*.

Es importante en todo proceso de mejoramiento validar la resistencia a *F.moniliforme* y conocer los criterios de los productores con respecto a nuevos materiales, con el fin de entregar un producto que satisfaga las necesidades de los usuarios y asegurar la adopción de los mismos.

## **Metodología**

Para ésta actividad se dispusieron dos ensayos, uno con los materiales blancos y otro con los amarillos, siendo el objetivo seleccionar al menos un material blanco y

un amarillo resistentes a *F.moniliforme*. En el ensayo de los maíces blancos se evaluaron tres cruzamientos F2 promisorios: Cruza 1 (SGG X (Pob.85x ECU-573)), Cruza 2 (Pob.blanco blandito X (I-160x ECU-573)) y Cruza 3 (SGG X (I-160x ECU-573)), los progenitores harinosos (Pob. blanco blandito y SGG), materiales promisorios de Bolivia (Aychazara y ODA 1) y como testigo la variedad I-101. En el ensayo de los materiales amarillos se sembraron: Rls1 resistente a *F.moniliforme*, los progenitores (Pob. Mishca, Recomb.LS1 x I-131 e I-122), dos accesiones promisorias de la cámara fría (Chaucho x I-131 y Selección grano grande amarillo (SGGA)) y como testigo el material local amarillo harinoso.

Ambos ensayos se sembraron con un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones en dos localidades. Cada parcela de evaluación estuvo constituida por dos surcos de 5 m de largo, a 0,80 m entre surcos y con dos plantas cada 0,5 m. Los ensayos se ubicaron en San José de Minas, barrio la Merced, con el objeto de realizar evaluaciones participativas con productores locales y en la sección oriental de la EESC con el fin de evaluar la resistencia a *F.moniliforme* bajo infección artificial y el comportamiento agronómico de los materiales generados.

El manejo agronómico de ambos ensayos fue el recomendado por el Programa de Maíz, para una densidad de siembra de 50.000 plantas por hectárea, con fertilización de 80 kg de N y 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, control de malezas preemergente con Gesaprim 80 (Atrazina, i.a) en dosis de 2 kg/ha y luego controles manuales que estuvieron de acuerdo a la incidencia de malezas. Para el control de los gusanos del choclo *Heliothis zea* y *Euxesta eluta* se realizó una aplicación de aceite vegetal a los estigmas de las plantas al 100% de floración femenina.

En San José de Minas se realizaron tres evaluaciones participativas con productores, la primera se realizó el 14 de marzo del 2002 y el objetivo de la misma fue interesar a los productores en los materiales blancos y amarillos harinosos y conocer sus criterios con respecto a la semilla de cada material, para lo cual se realizaron evaluaciones absolutas grupales de la semilla utilizada, donde cada grupo evaluó en consenso la semilla calificando de bueno, regular o malo a cada material; para poder analizar los resultados se les dio un puntaje de 5, 3 y 1 respectivamente y se sumaron los puntajes de los grupos obteniéndose un puntaje final.

La segunda evaluación se realizó, por pedido de los productores, en estado de choclo el 20 de abril del 2002, para lo cual se emplearon formatos de evaluaciones absolutas donde los mismos productores(as) de la primera evaluación, ahora individualmente, expresaron sus criterios con respecto a cada material en ambos ensayos, calificando de la misma manera que en la evaluación anterior.

La última evaluación participativa se realizó a la cosecha, luego de siete meses de sembrado el ensayo, donde los productores discutieron sobre los resultados de las evaluaciones anteriores y con los resultados de la cosecha, seleccionar él o los materiales blancos y amarillos harinosos con los cuales seguir investigando.

Los resultados de cada evaluación participativa fueron tabulados, analizados y ponderados con el fin de tener en cuenta los principales criterios de selección de los productores.

Paralelamente a las evaluaciones participativas, los Técnicos del Programa de Maíz de la EESC realizaron evaluaciones tanto en San José de Minas como en la Sección oriental de la Estación. En San José de Minas a los 45 días después de floración femenina se evaluó: altura de planta, altura de mazorca, valor agronómico en escala 1-5 (1= muy bueno y 5= muy malo) y enfermedad foliar prevalente (*Exerohilum turcicum*) en escala CIMMYT 1-5 (1 = infección débil, 2 = infección ligera, 3 = infección moderada, 4 = infección severa y 5 = infección muy severa). A la cosecha se evaluó: aspecto de mazorca y tipo de grano en escala 1-5 (donde 1= muy bueno y 5= muy malo), rendimiento en toneladas por hectárea ajustado al 14% de humedad y porcentaje de pudrición de mazorca en escala 1-6 CIMMYT (1 = 0%, 2 = 1-10%, 3 = 11-25%, 4 = 26-50%, 5 = 51-75% y 6 = 76-100% de granos afectados. Porcentaje de pudrición de mazorca =  $(X_1.Y_1 + X_2.Y_2 + \dots + X_6.Y_6)/T$ , donde: X = número de mazorcas en cada valor de escala, Y = valor medio de porcentaje de daños afectados en cada escala y T = número total de mazorcas).

En la EESC además de días a floración femenina, se evaluaron las mismas variables agronómicas que en San José de Minas, con la variación de que en la Estación se realizaron inoculaciones artificiales en la mazorca superior de cada planta entre los 13 y 19 días después de la floración femenina mediante la técnica del pica hielo, con una suspensión de 500 000 conidias/cc, con el aislamiento de *F. moniliforme* más patogénico (cepa 4).

## Resultados y discusión

### A. Materiales blanco harinosos

A la primera evaluación participativa asistieron 12 agricultores, cuatro de los cuales fueron mujeres, quienes formaron cuatro grupos evaluadores cuyos resultados con respecto a la semilla utilizada se observan en el Cuadro 1. Los materiales SGG, Pob. Blanco blandito e I-101 obtuvieron calificaciones promedios de bueno debido al grano grande, grueso y uniforme; mientras que solo el material ODA 1 obtuvo la calificación promedio de malo debido al grano delgado y amorchado.

Para la segunda evaluación participativa en estado de choclo asistieron 16 productores, 7 de los cuales fueron mujeres, calificando de buenos a la cruz 2 y a aychasara debido al tamaño de la planta, hojas sanas, buen llenado de grano y grosor de mazorca, mientras que la variedad testigo I-101 obtuvo calificación promedio de malo debido al tamaño de planta muy bajo, hojas enfermas, mazorca pequeña y mal llenado de grano.

En la tercera evaluación participativa (a la cosecha), solo aychasara obtuvo calificación promedio de bueno por parte de los productores debido a la poca

podrición, buen tamaño y uniformidad de las mazorcas; mientras que los materiales I-101 y cruza 1 obtuvieron calificaciones promedios de malo, debido al tamaño pequeño de grano y mazorca, bajo rendimiento y alta pudrición de mazorca. El resto de materiales obtuvieron calificaciones de regular por parte de los productores.

Cuadro 1. Puntajes, promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de 8 materiales blancos harinosos evaluados en San José de Minas. Ciclo 2001-2002.

No.	Material	Puntaje de evaluaciones participativas			Evaluaciones técnicas		
		1ºevaluación En Semilla	2ºevaluación En estado de choclo	3ºevaluación A la cosecha	Enfermedad foliar <sup>1</sup> (1-5)	% de podrición mazorca	Rendimiento (t/ha)
1	Aychasara	15, regular	44, bueno	37, bueno	2.5 B <sup>2</sup>	10.7	2.8
2	Cruza 2	12, regular	48, bueno	33, regular	2.0 B	18.4	3.2
3	ODA 1	7, malo	38, regular	29, regular	3.0 B	17.3	3.0
4	Cruza 3	12, regular	34, regular	19, regular	3.0 B	21.5	2.5
5	SGG	20, bueno	36, regular	19, regular	2.5 B	23.7	2.3
6	Pob.blanco blandito	20, bueno	22, regular	25, regular	3.0 B	18.1	2.8
7	I-101	18, bueno	14, malo	10, malo	5.0 A	22.7	1.3
8	Cruza 1	12, regular	22, regular	9, malo	3.5 AB	24.5	1.6
Promedio		15, regular	32, regular	23, regular	3.1	19.6	2.4
DMS. 5%					1.1	11.0	1.5
Significación					**	Ns	Ns
ADEVA							
C.V. (%)					14.8	23.8	25.2

1. *Exerohilum turcicum*, Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey al 5%, \*\* Diferencias estadísticas significativas al 1%, Ns Diferencias estadísticas no significativas

El criterio favorable que más se repitió en las evaluaciones participativas fue: grano grueso en la evaluación de semilla, buena altura de planta en estado de choclo y de nuevo grano grueso a la cosecha. Los criterios desfavorables que predominaron fueron: grano delgado-amorochado, hojas enfermas y elevada pudrición de mazorca para las evaluaciones de semilla, en estado de choclo y cosecha respectivamente.

En el Cuadro 1 se observan los puntajes, promedios y estadísticas generales de las principales características evaluadas en San José de Minas, donde la Cruza 2 y ODA 1 sobresalieron por su alto rendimiento, mientras que Aychasara obtuvo el menor porcentaje de pudrición de mazorca a libre infección. La única variable que presentó diferencias estadísticas significativas entre los materiales evaluados fue enfermedad foliar, donde existieron tres rangos bien diferenciados, mostrando una alta susceptibilidad a *Exerohilum turcicum* los materiales I-101 y Cruza 1 que ocuparon los primeros rangos.

Al realizar correlaciones entre los puntajes de las evaluaciones participativas, existieron correlaciones significativas al 1% entre la segunda y tercera evaluación y al correlacionar los puntajes con los resultados de las evaluaciones técnicas resulta que la primera evaluación se correlaciona significativamente (< a 0.05) con tipo de grano, la segunda evaluación con enfermedad foliar y rendimiento, y la

tercera evaluación con porcentaje de pudrición y rendimiento. Al realizar correlaciones entre las principales variables de las evaluaciones técnicas, solo existieron correlaciones significativas (< a 0.05) para enfermedad foliar con rendimiento y porcentaje de pudrición de mazorca con rendimiento.

En el Cuadro 2 se observan los promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de los materiales blancos evaluados en la EESC bajo infección artificial, donde ODA 1 de Bolivia obtuvo el mayor rendimiento y menor porcentaje de pudrición de mazorca seguido de aychasara e I-101, mientras que las Cruzas 1 y 3, SGG y Pob. Blanco blandito obtuvieron los más bajos rendimientos y altos porcentajes de pudrición. Para tipo de grano existieron tres rangos (según su grado de amoroamiento, tamaño y uniformidad) bien definidos: ODA 1 en el primero; Aychasara, Cruza 2 y Cruza 3 en el segundo y el resto de materiales, con buen grosor de grano y que no presentaron amoroamiento, en el tercero.

Cuadro 2. Promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de 8 materiales blancos harinosos evaluados en Santa Catalina bajo inoculación artificial. Ciclo 2001-2002.

No.	Material	Evaluaciones técnicas				Rendimiento (t/ha)
		Altura planta (cm)	Valor agronómico (1-5)	Tipo de grano (1-5)	% de pudrición mazorca	
1	Aychasara	189	2.8	3.0 AB <sup>1</sup>	30.2 AB <sup>1</sup>	1.7
2	Cruza 2	202	2.5	3.0 AB	32.2 AB	1.4
3	ODA 1	179	3.0	4.0 A	19.0 B	1.9
4	Cruza 3	177	3.0	3.0 AB	42.5 A	1.2
5	SGG	174	3.0	2.5 B	43.9 A	1.2
6	Pob.blanco blandito	192	2.8	2.5 B	45.8 A	1.3
7	I-101	167	2.8	2.5 B	30.5 AB	1.7
8	Cruza 1	173	3.0	3.0 AB	37.7 AB	1.1
Promedio		181	2.8	2.9	35.2	1.5
DMS. 5%		23.5	1.1	0.8	13.8	0.8
Significación ADEVA		Ns	Ns	*	*	Ns
C.V. (%)		5.5	16.2	11.4	20.7	23.8

1. Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey al 5%, \* Diferencias estadísticas significativas al 5%, Ns Diferencias estadísticas no significativas

#### A. Materiales amarillos harinosos

Los resultados de la evaluación participativa de la semilla (Cuadro 3) reafirmaron la preferencia que tienen los agricultores por granos de tipo harinoso, grandes y gruesos, características que mostraron SGGA, I-124 y Ls1 X I-131 que obtuvieron calificaciones promedios de buena. El resto de materiales evaluados obtuvieron calificaciones promedios de regular debido al tamaño de grano mediano, color de tusa rojo y por el poco peso del grano.

Cuadro 3. Puntajes, promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de 7 materiales amarillos harinosos evaluados en San José de Minas. Ciclo 2001-2002.

No.	Material	Puntaje de evaluaciones participativas			Evaluaciones técnicas		
		1ºevaluación En Semilla	2ºevaluación En estado de choclo	3ºevaluación A la cosecha	Enfermedad foliar <sup>1</sup> (1-5)	% de pudrición mazorca	Rendimiento (t/ha)
1	Rls1	15, regular	56, bueno	36, bueno	2.5 BC <sup>2</sup>	11.5	4.0 AB <sup>2</sup>
2	Chaucho x I-131	12, regular	23, malo	32, bueno	3.0 AB	13.9	3.1 BC
3	Recomb.LS1xI-131	20, bueno	35, regular	16, malo	3.5 A	16.3	2.4 C
4	I-124	20, bueno	42, regular	26, regular	3.5 A	16.9	2.4 C
5	SGGA	20, bueno	39, regular	32, bueno	2.5 BC	16.7	3.0 BC
6	I-122	15, regular	40, regular	12, malo	2.5 BC	22.0	0.8 D
7	Testigo local	12, regular	32, regular	20, regular	2.0 C	16.4	4.6 A
Promedio		16, regular	38, regular	25, regular	2.7	16.2	2.9
DMS. 5%					0.8	7.5	0.7
Significación ADEVA					*	Ns	**
C.V. (%)					12.4	19.1	9.7

1. *Exerohilum turcicum*, 2. Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey al 5%, \*\* Diferencias estadísticas significativas al 1%, \* Diferencias estadísticas significativas al 5%, Ns Diferencias estadísticas no significativas

En la segunda evaluación participativa solo Rls1 obtuvo calificaciones promedios de bueno debido al tamaño pequeño de planta, precocidad, hojas sanas y buen llenado de grano, mientras que Chaucho x I-131 obtuvo calificaciones promedios de malo debido al acame de plantas, hojas enfermas y mazorcas pequeñas. No existieron mayores diferencias en cuanto al puntaje obtenido con los materiales I-124, I-122, SGGA, Recomb.Ls1xI-131 y testigo local calificándolos de regular según el criterio de los productores.

Los resultados de la evaluación participativa de cosecha mostraron con calificaciones promedios de bueno a: Rls1, Chaucho x I-131 y SGGA debido al tipo de grano grueso y poca pudrición de mazorca, mientras que no gustaron Recomb.Ls1xI-131 e I-122 que obtuvieron calificaciones promedios de malo debido al tamaño del grano y a la elevada pudrición de mazorca. El testigo local e I-124 obtuvieron calificaciones promedios de regular debido principalmente a la pudrición de mazorca existente.

Los criterios favorables que más se repitieron en las evaluaciones participativas fueron: color de grano uniforme (amarillo intenso) en la evaluación de semilla, buena altura de planta en estado de choclo y grano grueso a la cosecha. Los criterios desfavorables que predominaron fueron: grano pálido, mazorcas pequeñas y alta pudrición de mazorca para las evaluaciones de semilla, en estado de choclo y cosecha respectivamente.

Las evaluaciones técnicas de los materiales amarillos en San José de Minas (Cuadro 3), muestran que existieron diferencias estadísticas para la mayoría de variables evaluadas, excepto para porcentaje de pudrición de mazorca, donde sobresale Rls1 con 11.5 % de pudrición. En cuanto a rendimiento sobresalen el testigo local y Rls1 ocupando los dos primeros rangos según Tukey al 5% con 4.6



y 4.0 t/ha respectivamente. Los mayores niveles de enfermedad foliar lo ocuparon Recomb.Ls1xl-131 e I-124 con un valor de 3.5 en escala CIMMYT, lo que significa que existieron daños al follaje de mas arriba de la mazorca superior, mientras que el testigo local, que se encuentra adaptado a las condiciones de San José de Minas, ocupó el último rango con un valor de 2.0, lo que significa que *Exerohilum turcicum* solo afectó a las hojas que se encuentran debajo de la mazorca.

Al realizar correlaciones entre los puntajes de las evaluaciones participativas no existieron correlaciones significativas entre ninguna de las evaluaciones como si ocurrió en el ensayo de los materiales blancos y al correlacionar los puntajes de las evaluaciones participativas con los resultados de las evaluaciones técnicas solo se correlacionan significativamente al 5% el puntaje de la evaluación de cosecha con porcentaje de pudrición de mazorca. Al realizar correlaciones entre las principales variables agronómicas solo se encontraron correlaciones significativas al 5% para porcentaje de pudrición con rendimiento.

Los resultados obtenidos en la Estación Experimental (Cuadro 4) mostraron diferencias estadísticas altamente significativas solo para altura de planta y días a floración femenina, dado principalmente porque el material local empleado como testigo resultó demasiado alto y tardío. El material Rls1 sobresalid del resto de materiales evaluados por ser el que obtuvo el mayor rendimiento y el menor porcentaje de pudrición de mazorca.

Cuadro 4. Puntajes, promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de 7 materiales amarillos harinosos evaluados en Santa Catalina. Ciclo 2001-2002.

No.	Material	Evaluaciones técnicas				Rendimiento (t/ha)
		Altura planta (cm)	Valor agronómico (1-5)	Días a floración femenina	% de pudrición mazorca	
1	Recomb Ls1	169 BC <sup>1</sup>	3.0	105 C	25.7	1.6
2	Chaucho x I-131	202 B	3.3	109 C	35.6	1.4
3	Recomb.LS1xl-131	154 C	3.0	109 C	29.8	1.3
4	I-124	174 BC	3.0	122 B	31.2	1.3
5	SGGA	169 BC	3.3	102 C	29.3	1.2
6	I-122	170 BC	3.3	121 B	33.8	0.6
7	Testigo local	276 A	4.0	151 A	36.0	0.9
	Promedio	188	3.3	117	31.6	1.2
	DMS. 5%	2.38	0.6	5.5	13.7	0.8
	Significación ADEVA	**	Ns	**	Ns	Ns
	C.V. (%)	5.2	7.5	2.0	15.9	27.0

1. Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey al 5%, \*\* Diferencias estadísticas significativas al 1%, Ns Diferencias estadísticas no significativas

## Conclusiones

El análisis combinado de los materiales blancos harinosos ubicó a los materiales ODA 1, Aychasara y Cruza 2 con los mayores rendimientos y menores porcentajes de pudrición de mazorca, lo que los perfila como materiales promisorios a pesar de que la calidad del grano no sea la adecuada debido a que presentan signos de

amorochamiento, lo cual no es muy aceptado por los productores de la Sierra Ecuatoriana.

Al hacer un análisis combinando los resultados de los materiales amarillos harinosos, se puede mencionar que los rendimientos más altos los obtuvo el testigo local y RIs1, pero el testigo presenta problemas con pudrición de mazorca, altura de planta excesiva, valor agronómico y tipo de grano.

Los procesos de mejoramiento utilizados por el Programa están dando sus frutos, ya que con el apoyo de un grupo de evaluadores se ha comprobado la resistencia de ciertos materiales y más aun son del agrado de los productores. En San José de Minas los productores decidieron volver a evaluar en parcelas más grandes Aychasara, Cruza 2 y Recombinación de líneas S1 amarillo harinosos (RIs1) por considerarlos promisorios para la localidad debido al tipo de grano, rendimiento, resistencia a pudrición de mazorca y enfermedades foliares. Los materiales blancos harinosos además se evaluarán en la Provincia de Bolívar donde la producción de maíz blanco es significativa.

De las cruza blanco harinosas generadas por el Programa de Maíz solo la cruza 2 demostró una resistencia considerable a pudrición de mazorca con respecto al progenitor Pob. blanco blandito en todas las evaluaciones realizadas, mientras que las cruza 1 y 3 no demostraron mayor resistencia con respecto al progenitor harinosos SGG.

### **Recomendaciones**

Es importante continuar con el mejoramiento de los materiales: ODA 1, Aychasara, Cruza 2, y RIs1 bajo el esquema de la investigación participativa, ya que a mas de asegurar la adopción nos demuestra hasta qué punto los productores estarán dispuestos a sacrificar el tamaño del grano harinoso o rendimiento por resistencia a pudrición de mazorca.

Se debe tener en cuenta al momento de seleccionar nuevos materiales a las variables tipo de grano, porcentaje de pudrición de mazorca, enfermedad foliar y rendimiento en las evaluaciones que realice el Programa donde no se puedan realizar evaluaciones participativas ya que están correlacionadas con algunos criterios que tienen los productores para seleccionar uno u otro material.