

## **Utilización de Variedades Nativas en el Mejoramiento de Maíz**

**Guillermo Hugo Eyhérbide**

### **Agradecimientos.**

Sr Presidente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Dr. Scoppa, Ing. Antonio Calvelo, colegas, compañeros de trabajo, amigos,

Es para mí un verdadero honor y motivo de satisfacción personal pasar a formar parte de la Academia Nacional, institución a la que agradezco sinceramente la designación.

Llevo 33 años de profesión que pasaron muy rápido y casi inadvertidamente. En este tiempo tuve la oportunidad de conocer y trabajar con gente admirable, que han hecho aportes invalorable a la Agronomía y que a nivel personal me enriquecieron con su calidad humana y profesional. Ellos forman parte de mi carrera, de lo que soy y de lo mucho o poco que he sabido o podido hacer.

Quiero compartir este momento con ustedes, con los amigos que no pudieron viajar, y con toda mi familia. Especialmente con mis hijos, Andrés, Ana y Alicia, a quienes sin quererlo, les pude robar el tiempo y dedicación merecidos, y con Mabel, quien apareció en mi vida en el momento preciso.

Finalmente quiero agradecer al INTA por los casi 30 años que llevo en la Institución, por todas las oportunidades profesionales que me brindó.

En esta ocasión y con la charla que daré en unos instantes busco poner de relieve la memoria del trabajo de personas que ya no están, y defender el de muchos que siguen poniendo permanente y silenciosa pasión en el tema de los recursos genéticos nativos.

En el mediano y largo plazo la agricultura mundial enfrentará el desafío de ser capaz de alimentar, vestir y proveer de energía en forma sustentable a una población mundial mayor que la actual a partir de un área cultivable probablemente menor, como consecuencia de procesos de degradación de suelos, cambio climático, y competencia en el uso del suelo con otras finalidades, tales como el crecimiento urbano, transporte y producción industrial. En este escenario complejo al que debe agregarse restricciones energéticas, el mejoramiento genético se presenta como una solución tecnológica en condiciones de contribuir, con la asistencia de otras ciencias, a alcanzar aquellos objetivos a partir de cuatro estrategias básicas.

En lo que concierne a nuestro país, si bien hay aún espacio para un crecimiento del área agrícola, resulta necesario asegurar el mantenimiento de la tasa de

crecimiento de los rendimientos por hectárea logrados en los principales cultivos, y probablemente hacerlo a una tasa de progreso genético mayor que la actual. Ello constituye un verdadero desafío, si tenemos en cuenta que por efecto del cambio climático es posible que las regiones de cultivo experimenten cambios en su localización y en la importancia relativa de los factores limitantes de la producción. Por otra parte será imprescindible mejorar la eficiencia de uso de los recursos naturales más escasos como el agua y la energía aportada bajo la forma de agroquímicos, tanto plaguicidas como nutrientes, con beneficio para la conservación de la salud ambiental.

Este futuro escenario y las innovaciones en los programas de mejoramiento se traducen, en la práctica, en modificaciones en las características de los futuros cultivares, en los métodos para su desarrollo, y en los objetivos de selección que deberán tener en cuenta los mejoradores pensando en las demandas o necesidades de los mercados para los próximos años.

Podremos esperar una mayor proporción de híbridos recomendados para ambientes y calidades específicas en contraste con los cultivares de amplio rango de adaptación ambiental que predominan en el presente.

A nivel de los métodos utilizados en el mejoramiento, se incrementará la adopción de aquellos que permitan acortar los tiempos de desarrollo de nuevos cultivares, y el progreso genético se hará más dependiente de la ampliación de la base genética que exploran los fitomejoradores. En este sentido la incorporación de nuevos eventos transgénicos es de esperar que cumpla una función muy importante, pero también resultará gravitante el empleo de la variabilidad presente en la especie y que como veremos más adelante, está poco aprovechada.

En cuanto a los caracteres a seleccionar, sin duda que su número está aumentando en la medida en que el diseño de lo que llamamos ideotipos o plantas que poseen las características ideales para un ambiente y un uso determinado gane en precisión gracias a los avances en genética cuantitativa, biología molecular y ecofisiología.

Los métodos de mejoramiento que permiten abreviar los plazos para el desarrollo de nuevas líneas parentales e híbridos tienen a emplearse por regla general de manera combinada. Un ejemplo de ello es el cultivo de viveros de contraestación y en ambientes controlados combinados con sistemas de conducción de filiales que preservan en la mayor medida posible la variancia genética durante el proceso de endocria. La conversión de líneas parentales destacadas a sus correspondientes versiones transgénicas mediante retrocruzamiento puede acelerarse, además, asistiendo a selección con marcadores moleculares.

En los últimos años se está generalizando, especialmente en programas comerciales de escala global, la implementación del método de obtención de

líneas dobles haploides, es decir completamente homocigotas, a partir de la inducción de haploidía materna y posterior duplicación cromosómica mediante el uso de líneas inductoras más eficientes. Este método presenta varias ventajas, la más sobresaliente la de acortar sensiblemente el número de generaciones requeridas para la obtención de líneas.

El incremento del rendimiento o la mejora de cualquier otro carácter mediante la selección requieren niveles adecuados de variabilidad genética. En la medida que los fitomejoradores dedican sus esfuerzos a seleccionar y re-seleccionar de manera cíclica al germoplasma detectado previamente como superior, se requiere ampliar la base genética de manera permanente a fin de disponer de variabilidad que posibilite el progreso genético.

Esas fuentes de nueva variabilidad pueden estar presentes en variedades nativas, así como también en germoplasma exótico. En los últimos años el uso de las técnicas de transformación genética permite a los fitomejoradores acceder a transgenes, que constituyen una fuente de variabilidad que antes resultaba inaccesible.

Si bien el rendimiento es y seguirá siendo el principal carácter objeto de la selección, el mejoramiento para caracteres defensivos, es decir aquellos que confieren una ventaja ante una adversidad o factor limitante de la producción, tiene hoy una gran importancia para mejorar la estabilidad, reduciendo así la variación interanual de los rendimientos.

Los pronósticos de cambio climático proyectan un escenario ambiental más impredecible desde el punto de vista de la ocurrencia de fenómenos extremos, tales como heladas, períodos de sequías intensas, epifitias de enfermedades prevalentes y emergentes, ante el cual se refuerza aún más la necesidad de ampliar los objetivos de selección. En el caso de las limitaciones de naturaleza abiótica, tales como tolerancia al estrés hídrico, salinidad, baja disponibilidad de nutrientes, es importante avanzar en la identificación de caracteres secundarios y asociaciones con marcadores moleculares que mejoren la eficiencia de la selección.

De acuerdo con sus estrategias, los programas de mejoramiento pueden clasificarse en programas de corto y de largo plazo. Los primeros privilegian la obtención de altas tasas de respuesta resultantes de aplicar altas intensidades de selección sobre germoplasma con alto grado de mejoramiento previo y base genética estrecha. Sin embargo al cabo de unos pocos ciclos la respuesta decrece y sólo puede recuperarse con la introducción de nueva variabilidad. En este sentido los programas de mejoramiento a largo plazo, priorizan el sostenimiento de la respuesta a la selección en el tiempo a partir de germoplasma con escaso grado de mejoramiento previo, o no adaptado, y pueden servir como aporte de variabilidad a los primeros.

Cuando se habla de ampliar la base genética del cultivo, es frecuente el uso del término premejoramiento. La FAO lo define como la introducción de variabilidad desde fuentes de germoplasma no mejorado a materiales mejorados. Dependiendo de la magnitud de la introducción de variabilidad se distingue entre introgresión, cuando se trata de unos pocos genes, e incorporación, cuando la transferencia ocurre en una proporción mayor. Ambos esquemas de mejoramiento también difieren en los objetivos finales y en los aspectos operativos para llevarlo a cabo. Si bien cada programa de premejoramiento tiene normalmente objetivos bien específicos, podríamos agruparlos en cuatro grandes objetivos.

El primero es el de reducir la vulnerabilidad genética en la medida que con la introducción de variabilidad de fuentes con diverso nivel de mejoramiento previo se aporten genes que no estén presentes en el gran cultivo ni en las colecciones de trabajo de los fitomejoradores. Las variedades nativas, generadas por los agricultores y que hoy están disponibles en los bancos de germoplasma, pueden servir también como fuente de variabilidad para mejorar la resistencia a enfermedades, a plagas, y aún como donantes de características de calidad de grano que resultan de interés en la industria de transformación.

La relación directa entre disponibilidad de variabilidad genética y la respuesta a la selección, implica que las variedades nativas podrían contribuir a sostener en el tiempo la respuesta de los programas de mejoramiento.

La utilización de variedades nativas asociadas a economías de subsistencia por parte de los agricultores podría haber conducido inadvertidamente, y luego de muchas generaciones, a la selección de genotipos con mayor estabilidad productiva. Las variedades nativas pueden haber acumulado por efecto de la selección natural genes o conjuntos de genes que confieren un alto grado de adaptación a condiciones particulares de ambiente. Las variedades nativas probablemente hayan compartido su hábitat con microorganismos patógenos e insectos plagas durante períodos de tiempo importantes, y que podrían haber conducido a procesos de co-evolución. Es entonces factible pensar en las variedades nativas como fuente de genes de resistencia o tolerancia a estos organismos perjudiciales. Esa variabilidad genética puede no haber sido utilizada para mejorar la producción de los cultivos extensivos y por lo tanto podría no estar presente en las colecciones de trabajo de los fitomejoradores, pero sin duda tienen un valor estratégico en un contexto de cambio ambiental y nuevas oportunidades de industrialización del grano.

Un ejemplo de la utilidad de estas variedades nativas queda reflejado en los trabajos realizados conjuntamente por mejoradores y especialistas en recursos genéticos de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. La virosis de Mal de Río Cuarto es una de las principales enfermedades del cultivo de maíz, por lo cual se realizó una evaluación de eventuales fuentes de tolerancia en colecciones de variedades locales provenientes de la zona endémica a la enfermedad (Presello et al., 1996). Fué posible identificar un conjunto de ellas

que poseían un nivel de incidencia de la enfermedad menor que una población de cría considerada como testigo tolerante (Figura 1). Otro ejemplo más reciente de la utilidad de las variedades nativas surge de la evaluación de la tolerancia a *Fusarium verticillioides* y *Fusarium graminearum*, dos especies de hongos que producen podredumbre de la espiga y contaminación con micotoxinas (Presello et al. 2004). En este caso pudieron detectarse variedades nativas con comportamiento frente a estos patógenos que resultaron iguales o mejores los que presentaban poblaciones de cría y aún cultivares comerciales (Figura 2).

El porcentaje de toda la variabilidad genética de la especie maíz que se aprovecha en el gran cultivo y la que emplean los programas de mejoramiento es todavía muy reducido. A modo de ejemplo, el principal productor mundial de maíz, los EEUU, apenas utiliza un 3% de germoplasma exótico, siendo la Argentina el país que mayor aporte había hecho a finales del siglo (Tabla 1). En los últimos años la tendencia es hacia el incremento de estos porcentajes, como resultado de la conformación de redes público-privadas dedicadas a la incorporación de diversidad genética proveniente de variedades locales o nativas.

Describiendo un poco más el aporte de germoplasma nativo de Argentina en los EEUU podemos mencionar el desarrollo de líneas élite para las condiciones del cinturón maicero de ese país derivadas de una variedad nativa llamada «Maíz Amargo» (Tabla 2). A partir de esta variedad, cuya principal característica era no ser atacada por las mangas de langosta que ocurrían en la Provincia de Entre Ríos en los años '40 y '50, las Universidades de Iowa State y de Minnesota generaron líneas endocriadas con tolerancia al barrenador europeo del tallo, ya sea a partir de la endocria de la misma variedad, como en el caso de B96, o a partir de retrocruzas como en los casos de B64, B68 y A622.

La agricultura argentina también ha hecho uso de germoplasma exótico, y si tuviéramos que colocar un porcentaje, excedería el 50%. En gran medida el incremento de los rendimientos verificado en las últimas décadas, tiene que ver con la incorporación de germoplasma élite proveniente del cinturón maicero de EEUU y posterior selección en el país. También se ha tenido éxito en generar líneas endocriadas a partir de variedades nativas, aunque su utilización ha sido mucho menos extendida. Un ejemplo de esto es el desarrollo de la línea pública P465. Esta línea fue extensamente utilizada por los programas oficiales y privados de mejoramiento genético, y fué derivada directamente de una variedad coleccionada en la localidad de Fontezuela, cerca de Pergamino. Posteriormente se liberó una serie de líneas oficiales de segundo y tercer ciclo, todas versiones de P465. Otro ejemplo es LP563, derivada de un cruzamiento entre un híbrido comercial y una colección del grupo racial Calchaquí, tolerante al virus del Mal de Río Cuarto (Tabla 3).

Existen varias razones para que el uso de las variedades locales en los programas de mejoramiento, aún los de largo plazo, esté por debajo de lo que

podría esperarse. Una de ellas es la insuficiente documentación sobre las características de ese tipo de germoplasma que interesan a los fitomejoradores.

El premejoramiento tropieza con algunas dificultades que podríamos clasificar en tres órdenes principales: la relación entre nivel de variabilidad y comportamiento agronómico, los efectos de la interacción genotipo x ambiente, y la definición de estrategias de utilización. En cuanto al primer aspecto resulta importante considerar que la sola existencia de variabilidad genética no asegura un buen nivel de comportamiento agronómico y productivo. Especialmente cuando se trata de material con escaso grado de mejoramiento genético, ambos factores no están asociados, o lo están en forma negativa.

Resulta necesario conocer si esas variedades son portadoras de genes útiles que no están disponibles en el cultivo, considerar las fases de ligamiento genético, y el nivel de asociación entre la variabilidad a nivel molecular y a nivel agronómico para los caracteres más importantes. Rara vez esa información está disponible, y de hecho su obtención resulta costosa.

Otro aspecto importante es entender el efecto de las interacciones entre genotipo y ambiente, y hacerlo a nivel de dos parámetros importantes: la adaptabilidad general a determinadas condiciones de ambiente y la estabilidad en sentido agronómico. Entendemos por adaptabilidad el comportamiento relativo de una variedad respecto de otras en respuesta a modificaciones en la calidad ambiental, y como estabilidad los desvíos frente a ese comportamiento esperado. Desde un punto de vista no agronómico, hablamos de variedades con estabilidad biológica en los casos en que su comportamiento no se modifica cualquiera sean las condiciones ambientales.

Seguidamente me referiré brevemente a algunos trabajos de premejoramiento llevados a cabo en el INTA Pergamino en el marco de un proyecto financiado por INTA y el FONCyT, y que contó con la participación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora. El antecedente de este trabajo fue la caracterización de un grupo de aproximadamente 300 variedades locales correspondientes a 17 grupos raciales (entre ellas una colección de Maíz Amargo que mencioné anteriormente) según su comportamiento en cruzamientos con grupos de germoplasma genéticamente divergentes. Fue posible identificar el 10% superior de esta colección del Banco de Germoplasma en función de su rendimiento en cruzamientos (Eyhérbide, 2004). Observamos que algunos de estos híbridos mostraron en algunos casos rendimientos comparables a los cultivares comerciales utilizados como testigos, como puede apreciarse a la derecha de la distribución (Figura 3).

El grupo de variedades nativas de mejor comportamiento agronómico fueron posteriormente sometidas a evaluaciones de mayor detalle. Fue posible identificar con mayor precisión algunas variedades que podrían aportar nuevos genes para mejorar líneas Flint y así poder desarrollar híbridos de maíz colorado duros más productivos (Lorea et al., 2007) (Tabla 4).

El trabajo de evaluación contempló, además, la determinación del aporte que estas variedades podían efectuar al mejoramiento por adaptabilidad y estabilidad del rendimiento (Eyhérbide et al., inédito). Cuando se tienen en cuenta estas dos características se observó que hay una gran diversidad en el comportamiento de las variedades nativas (Figura 4). Así por ejemplo ARZM16064 posee genes que contribuyen a una adaptabilidad promedio y elevada estabilidad. En el extremo opuesto se sitúa ARZM02003, con adaptabilidad promedio pero elevada inestabilidad. ARZM04062 es una variedad que posee genes con efectos aditivos intermedios para ambos parámetros. ARZM18037 se adapta especialmente a ambientes de alta productividad y ARZM07134 lo hace a ambientes desfavorables. En el gráfico aparecen también las coordenadas para las líneas que se utilizaron como probadoras. Así, las líneas LHSSS y LP122-2 mostraron poseer genes que contribuyen a una buena adaptabilidad general y estabilidad.

Si bien los efectos propios o aditivos de las variedades nativas y las líneas probadoras resultan significativos en la determinación de la adaptabilidad y estabilidad de sus cruzamientos, los efectos de interacción específica entre variedades y líneas resultaron más determinantes aún. Esto lo podemos visualizar tanto para adaptabilidad (Tabla 5) como para estabilidad (Tabla 6). A modo de ejemplo, podemos ver que ARZM18037 posee genes que contribuyen a obtener buena respuesta a mejores ambientes, la adaptabilidad de sus cruzamientos depende en gran medida de cuál es el otro progenitor del cruzamiento. Algo similar podría decirse de otra variedad nativa, ARZM07134, respecto de su mayor adaptación a ambientes con limitaciones y la adaptabilidad de sus cruzamientos. En cuanto a los parámetros de estabilidad, encontramos situaciones como las de ARZM 01042 y ARZM02003 cuyos efectos aditivos permiten caracterizarlas como inestables y sin embargo los efectos no aditivos de todos sus cruzamientos contribuían a mayor estabilidad. En una situación opuesta podemos encontrar a ARZM07134 y ARZM16064.

Estos resultados revelan que si bien la adaptabilidad y estabilidad están genéticamente determinadas, las características de los parentales de un híbrido no serían suficientes para estimar o predecir la estabilidad de los híbridos resultantes. Dicho de otra manera, se pudieron identificar algunas variedades nativas más o menos estables, o adaptadas a ambientes favorables o desfavorables, pero la adaptabilidad y estabilidad resultaron principalmente determinadas por efectos de tipo no aditivo, no directamente capitalizables por selección.

Los resultados obtenidos respaldan la importancia de la utilización de los recursos genéticos, y de las variedades nativas en particular.

Los avances en los métodos de caracterización/evaluación y de documentación de los recursos genéticos, además del perfeccionamiento de técnicas de premejoramiento, resultarán determinantes para una mayor y más inteligente utilización de tales recursos.

El uso efectivo de los recursos genéticos, sin embargo, puede verse obstaculizado, no ya por limitaciones tecnológicas, sino por políticas restrictivas y aún prejuicios ideológicos respecto al acceso justo de los recursos genéticos. Resulta fundamental comprender la importancia estratégica de la conservación y aprovechamiento eficiente de los recursos genéticos, y la necesidad de considerarla una actividad de largo plazo, que sólo asegura resultados en la medida que tenga continuidad y reciba la atención que merece.

#### Referencias.

Dudley; J.W. 1984. A method for identifying populations containing favorable alleles not present in elite germplasm. *Crop Sci.* 26:1053-1054

Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.

Eyhéabide, G. 2004. Incorporación de germoplasma indígena de maíz en materiales élite. *IDIA XXI, Año 4(6):105-113*

Lorea, R.; G. Eyhéabide, C. López; C. Delucchi; D. Presello. 2007. Identificación de fuentes de alelos favorables para mejorar el rendimiento en grano de un híbrido colorado duro de maíz. XXXVI Congreso Argentino de Genética. Pergamino. Septiembre de 2007.

Presello, D.; M. Ferrer; L. Solari; A. Céliz. 1996. Resistencia al virus del Mal de Río Cuarto en variedades locales argentinas de maíz. *RIA*, 27(1):19-26.

Presello, D. A., L. M. Reid and D. E. Mather. 2004. Resistance of argentine maize germplasm to gibberella and fusarium ear rots. *Maydica* 49:73-81

Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen *Z. Pflanzenzücht.* 47:92-96



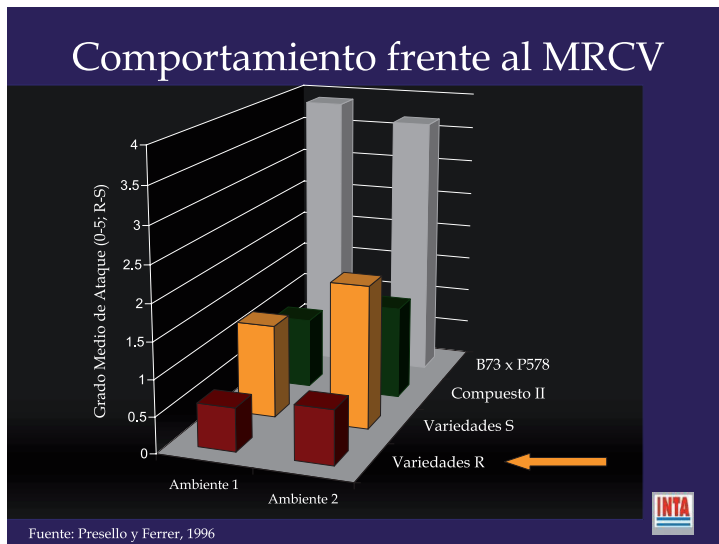


Figura 1. Grado medio de ataque frente a la virosis Mal de Río Cuarto a través de ambientes ubicados en zona endémica de la enfermedad. Variedades R : variedades nativas de buen comportamiento; Variedades S: variedades nativas susceptibles; Compuesto II: población de cría con tolerancia; B73 x P578: híbrido entre líneas altamente susceptibles.

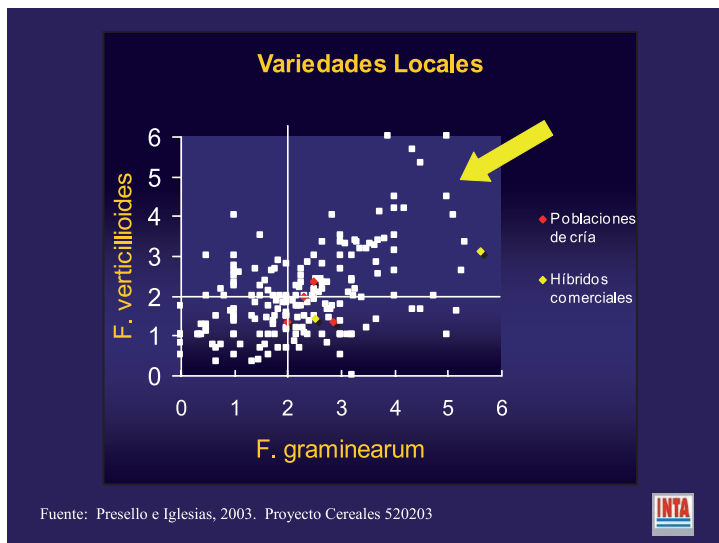


Figura 2. Comportamiento de variedades nativas (cuadros en blanco), poblaciones de cría (triángulos rojos), y cultivares comerciales (rombos amarillos) frente a *Fusarium verticillioides* y *Fusarium graminearum* bajo condiciones de infección artificial.

Area	Exótico (%)	Area	Exótico (%)
Argentina	1.99		
Australia	0.03	Caribe	0.23
Europa	0.46	México	0.07
Sudáfrica	0.08		
Total templado	2.56	Total tropical	0.30

Fuente: M. Goodman, 1999




Tabla 1. Aporte de germoplasma exótico de maíz a la base genética bajo cultivo en EEUU.

Línea	Pedigree
B64	Maíz Amargo <sup>(a)</sup> x B14 <sup>3</sup>
B68	Maíz Amargo x B14 <sup>3</sup>
B96	Maíz Amargo
A622	Maíz Amargo x A298 <sup>3</sup>

<sup>(a)</sup> PI 41.2504B

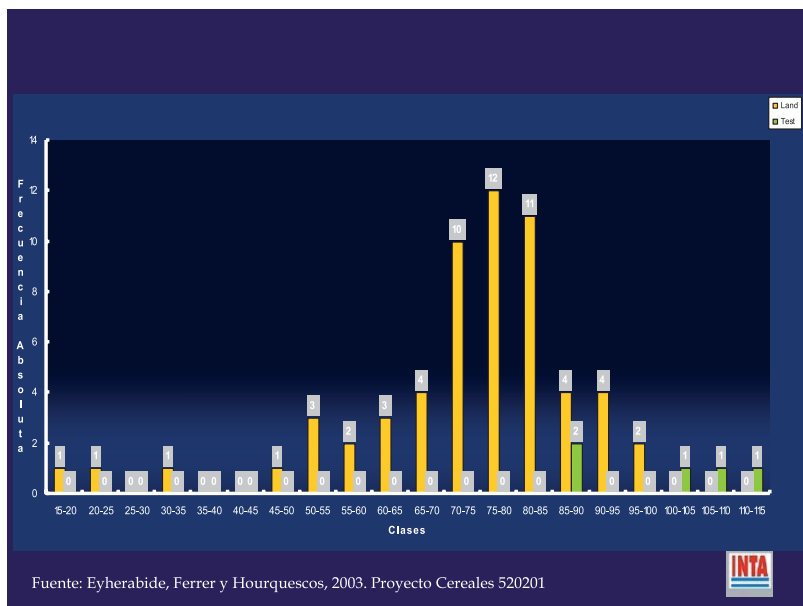


Tabla 2. Ejemplos de utilización de germoplasma nativo de Argentina al desarrollo de líneas norteamericanas tolerantes a insectos (barrenador europeo)

Línea	Origen
P465	Variedad Local coleccionada en Fontezuela, Buenos Aires. Rossi y Petri
LP168	Selección recurrente y endocría en población generada por J.T.Luna derivada de P465 x Material Resistente a Roya Origen EEUU
LP662	Endocría en generación avanzada de Asgrow Ax252
LP605	[(Asgrow Ax252) $S_n$ x ZN6 ] @
LP611	Idem LP168
LP612	Idem LP168
LP613	Idem LP168
LP661	(LP662 x LP611) @
LP563	DK731 <sup>2</sup> x Calchaquí



Tabla 3. Desarrollo y premejoramiento de líneas a partir de variedades locales.



Fuente: Eyherabide, Ferrer y Hourquescos, 2003. Proyecto Cereales 520201



Figura 3. Frecuencia de rendimiento de grano de variedades nativas (Land) en cruzamientos de prueba con un probador de tipo dentado americano y cultivares comerciales (Test)

Variedad	lplu	MC
ARZM01042	981.22*	8151.32
ARZM01045	897.32*	7983.54
ARZM01073	745.38*	7673.03
ARZM02003	864.13*	7917.15
ARZM02023	715.83*	7568.36
ARZM03014	848.07*	7885.02
ARZM04062	867.63*	7917.44
ARZM06020	<b>802.81*</b>	7526.81
ARZM07134	776.32*	7741.53
ARZM14103	801.95*	7792.79
ARZM16008	<b>1212.08*</b>	<b>8613.05</b>
ARZM16064	987.64*	8164.17
ARZM17035	666.87*	7522.62
ARZM18017	693.78*	7576.46
ARZM18037	640.22*	7469.34

Tabla 4. Parámetros de productividad (MC=media de cruzamientos a través de ambientes) y de aportes de nuevos alelos provenientes de variedades nativas (lplu = parámetro de Dudley, 1984) en relación al híbrido de referencia LP612 x LP122-2.

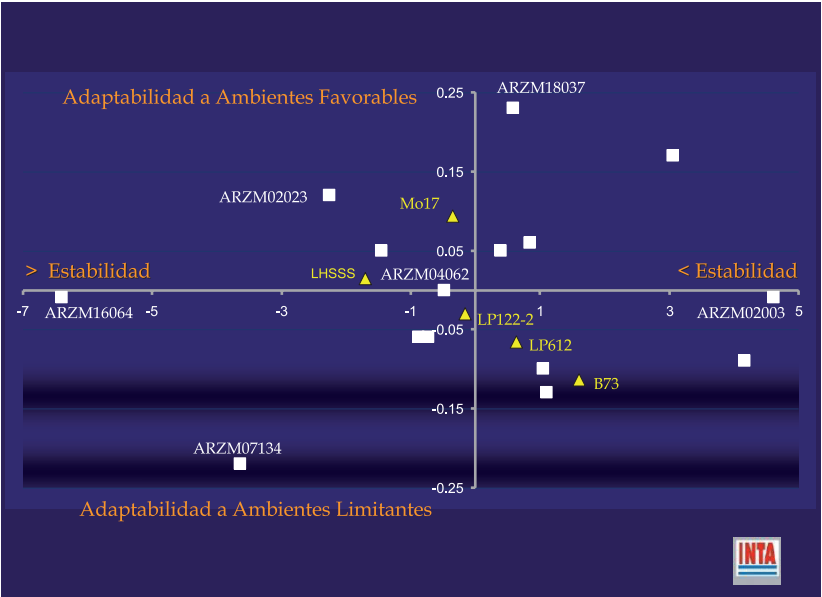


Figura 4. Efectos aditivos relacionados a la adaptabilidad y estabilidad productivas.

## Variedades Nativas y Adaptabilidad

Variedad Local	$b_{1\text{ ACG}}$	Rango de $b_{1\text{ ACE}}$
ARZM01042	-0.09	-0.20 a +0.30
ARZM01045	+0.06	-0.36 a +0.32
ARZM01073	-0.13	-0.26 a +0.48
ARZM02003	-0.01	-0.23 a +0.45
ARZM02023	+0.12	-0.34 a +0.36
ARZM03014	+0.05	-0.21 a +0.28
ARZM04062	-0.00	-0.38 a +0.36
ARZM06020	-0.06	-0.46 a +0.60
ARZM07134	-0.22	-0.41 a +0.21
ARZM14103	-0.06	-0.43 a +0.40
ARZM16008	+0.05	-0.32 a +0.60
ARZM16064	-0.01	-0.35 a +0.36
ARZM17035	-0.10	-0.38 a +0.37
ARZM18017	+0.17	-0.12 a +0.14
ARZM18037	+0.23	-0.49 a +0.66



Tabla 5. Descomposición del parámetro de adaptabilidad (modelo de Eberhart y Russell, 1966) según efectos de habilidad combinatoria general y específica de variedades nativas.

Variedad Local	Efecto de ACE para Ecovalencia					
	ACG ecov $\times 10^{-6}$	LP612	LP122-2	Mo17	B73	LHSSS
ARZM01042	+4.16	-	-	-	-	-
ARZM01045	+0.85	+	-	-	-	-
ARZM01073	+1.11	-	-	-	-	+
ARZM02003	+4.62	-	-	-	-	-
ARZM02023	-2.26	-	+	+	+	+
ARZM03014	+0.39	-	-	-	+	+
ARZM04062	-0.48	-	+	-	-	+
ARZM06020	-0.73	-	-	+	+	+
ARZM07134	-3.64	+	+	+	-	+
ARZM14103	-0.88	-	+	+	-	+
ARZM16008	-1.45	+	+	-	+	+
ARZM16064	-6.40	+	+	+	+	+
ARZM17035	+1.05	+	-	-	-	+
ARZM18017	+3.06	-	-	-	-	-
ARZM18037	+0.59	+	-	-	-	+
LP612	+0.63					
LP122-2	-0.16					
Mo17	-0.36					
B73	+1.60					
LHSSS	-1.71					



Tabla 6. Parámetros de estabilidad (ecovalencia de Wricke, 1962) de variedades nativas y líneas probadoras representativas de diferentes agrupamientos heteróticos.