

TECNOLOGÍA CLEARFIELD® EN TRIGO

La Tecnología Clearfield® consiste en el uso de variedades de trigo tolerantes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas (IMI). En INIA esta tecnología se desarrolló en el marco de un proyecto de innovación, financiado por BASF Chile, INIA y CORFO. Esta característica de resistencia en el trigo se debe a dos genes presentes en una línea de trigo (donante), usada sólo para estos fines. Estos genes fueron traspasados desde un trigo mutante a variedades INIA, a través de cruzamientos y aplicación de biotecnología, pero sin utilizar transgenia (integración de genes a un genoma sin cruzamientos). En consecuencia, no se basa en la transgenia o modificación genética. Para lograr esta innovación se aplicó la biotecnología, la cual debido a la selección genética con marcadores moleculares en todo el genoma del trigo, da mayor certeza de que posterior a los cruzamientos, las características de variedades "elite" se mantengan y la innovación se pueda materializar en un corto período.

Pantera-INIA Clearfield®

Es la primera variedad de trigo Clearfield creada por INIA. Proviene de Pandora-INIA, variedad de primavera liberada por el Programa Nacional de Trigo, sede Quilamapu, Chillán. Para comprobar que sólo se diferencia de su progenitora en su comportamiento frente a herbicidas IMI, durante dos temporadas se realizaron ensayos en los que se compararon ambos cultivares desde el punto de vista morfológico, comportamiento a enfermedades, altura de planta, potencial productivo y calidad industrial. Finalmente, como una forma de probar su adaptabi-



Unidad de biotecnología del CRI Carillanca.

lidad a diferentes ambientes, esta variedad se evaluó en diferentes localidades del sur y centro sur de Chile, en condiciones de riego y seco, cuyos resultados se presentan a continuación.

No se observaron diferencias significativas entre los dos cultivares para cada uno de los parámetros evaluados y para las dos temporadas consideradas (cuadro 1). Respecto a lo observado en los ensayos regionales por localidad, el rendimiento fue un poco diferente ya que para algunas localidades hubo diferencias entre ambos genotipos a favor de Pantera INIA Clearfield®, tanto en condiciones de riego como en seco (cuadros 2 y 3). En cuanto a calidad, los resultados por temporada y por localidad no evidenciaron diferencias entre ambos genotipos para proteína del grano, sedimentación, gluten húmedo y alveograma (datos no presentados).

Problemas que representa controlar malezas en trigo

Los agricultores saben que no controlar malezas en sus cultivos significa obtener bajos rendimientos. La mayoría también sabe que las malezas les producen pérdidas importantes, que pueden sobrepasar el 30% e incluso llegar al 90% en caso de enmalezamiento severo. Lamentablemente en los últimos años, en las principales regiones del país que producen trigo, cebada, avena, raps y lupino, el control eficaz de algunas malezas está siendo cada vez más difícil de lograr debido al surgimiento de biotipos de avenilla (*Avena fatua*), ballica (*Lolium multiflorum* y *L. rigidum*) y cola de zorro (*Cynosurus echinatus*) resistentes a los herbicidas inhibidores de ACCasa (graminocidas específicos) y ALS. En términos prácticos, esto significa que disminuyen las

La Tecnología Clearfield® (uso de variedades tolerantes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas o IMI) representa una valiosa herramienta para que los agricultores puedan enfrentar de mejor forma el control de malezas, incluyendo las resistentes.

Nelson Espinoza N.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
nespinoz@inia.cl

Haroldo Salvo-Garrido
Claudio Jobet F.
Iván Matus T.

Cuadro 1. Resultados promedios de diferentes parámetros evaluados en Pandora INIA y Pantera INIA Clearfield®, Carillanca, Temuco. Temporadas 2006/07 y 2007/08

Genotipo	Rendimiento (qqm/ha)	Altura (cm)	Peso		Fecha espigadura	Roya amarilla	Septoria
			hectolitro	(kg/Hl)			
Pandora INIA	74,6	95	82,6	82,6	09/12	10MS	6/50
Pantera INIA Clearfield®	76,6	96	83,2	83,2	06/12	10MS	6/50

Cuadro 2. Rendimiento de grano (qqm/ha) de Pandora INIA y Pantera INIA Clearfield® sembrados en cuatro localidades de riego. Temporada 2007/08

Genotipo	Santiago	Chillán	Yungay	Humán	Promedio
Pandora INIA	65,24	63,69	77,80	94,16	75,22
Pantera INIA Clearfield®	82,48	81,78	103,20	117,32	96,19

Cuadro 3. Rendimiento de grano (qqm/ha) de Pandora INIA y Pantera INIA Clearfield® sembrados en cinco localidades de secano. Temporada 2007/08

Genotipo	Cauquenes	Yungay	Tucapel	Temuco	Purranque	Promedio
Pandora INIA	29,79	93,84	77,145	79,26	102,85	76,2
Pantera INIA Clearfield®	30,64	103,16	76,73	94,95	114,28	83,2

Cuadro 4. Eficacia de Eurolightning para controlar algunas malezas gramíneas sensibles y resistentes a herbicidas ACCasa. Carillanca, Temuco

Maleza	Control (%)	
	Eurolightning	Testigo comercial (herbicida ACCasa para trigo)
Avenilla	91	92
Avenilla resistente a ACCasa	83	31
Ballica	100	100
Ballica resistente a ACCasa	92	10
Cola de zorro	90	90
Cola de zorro resistente a ACCasa	93	30
Bromo (<i>Bromus sterilis</i>)	85	0
Bromo (<i>Bromus hordeaceus</i>)	65	0
Vulpia	95	0

opciones para que los agricultores puedan controlar las malezas en estos cultivos.

Frente a tal panorama, la Tecnología Clearfield® (uso de variedades tolerantes a herbicidas del grupo de las imidazolinonas o IMI) representa una valiosa herramienta para que los agricultores puedan enfrentar de mejor forma el

control de malezas, incluyendo las resistentes, por las razones que se analizan más adelante.

Herbicidas IMI

Los IMI constituyen un grupo de herbicidas dentro de la familia de los inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), la cual es muy importante para la síntesis de algunos aminoácidos en las plantas. Estos herbicidas controlan numerosas especies de malezas (gramíneas y hoja ancha), además son muy eficaces en dosis muy pequeñas, tienen baja toxicidad para mamíferos y poseen un favorable perfil ambiental. Algunos herbicidas IMI son el imazamox, imazapyr e imazapic. En el mundo se comercializan solos o en mezcla. Por ejemplo, el Eurolightning corresponde al nombre comercial de una mezcla formulada de imazamox (33 g/l) + imazapyr (15 g/l) que se recomendará aplicar en trigos Clearfield® a partir de la próxima temporada en el



país. Eurolightning se aplica en pos-emergencia de las malezas. Sin embargo, por presentar además acción residual puede controlar aquellas malezas que emergen después de la aplicación.

¿Qué especies de malezas controla?

Eurolightning es un herbicida de amplio espectro, ya que controla numerosas malezas gramíneas y de hoja ancha. Entre las primeras se incluyen avenilla, ballica, cola de zorro, bromo, hualcalcho, piojillo, vulpia y cereales de resiembra. Además, biotipos de avenilla, ballica y cola de zorro resistentes a los herbicidas ACCasa y ALS (cuadro 4). En el caso de





Sector de malezas gramíneas (avenillas y ballicas) tratado y no tratado con Eurolightning.

las malezas de hoja ancha, figuran quingüilla, moco de pavo, tomatillo, porotillo, chamico, bolsita del pastor, sanguinaria, senecio vulgar, mostacilla, calabacillo, quilloiquillo, pasto pinito, yuyo, rábano, arvejilla, hierba del chancho, chinilla, diente de león, viola, verónica y manzanillón, entre otras.

¿Presenta debilidades en algunas malezas?

La mayoría de las especies de malezas que son comunes en trigo en las diferentes regiones del país presentan una alta susceptibilidad a Eurolightning. Constituyen una excepción algunas malezas como

manzanillón, viola y verónica. Obviamente, en presencia de malezas que son naturalmente menos susceptibles a Eurolightning como las señaladas, se debe enfatizar la aplicación temprana (con malezas muy pequeñas) o aplicarlo en mezclas con herbicidas que destacan por su eficacia en estas especies.

¿Se puede aplicar en cualquier época?

Cuando un herbicida tiene un espectro de control de malezas tan amplio como el Eurolightning, tiende a pensarse que da lo mismo aplicarlo en cualquier momento o

que su eficacia no depende del desarrollo de las malezas. Sin embargo, esto no es así, ya que al igual que todos los herbicidas selectivos, la eficacia del control de malezas está muy relacionada con el desarrollo de éstas durante la aplicación. Los mejores resultados se obtienen cuando las malezas gramíneas son tratadas antes del inicio de macolla (con cuatro hojas o menos) y en el caso de las malezas de hoja ancha cuando son tratadas con menos de seis hojas.

Beneficios y ventajas en relación al control de malezas

1. Posee un amplio espectro de control, debido a que permite controlar eficazmente la mayoría de las malezas gramíneas y de hoja ancha que son comunes en el cultivo de trigo.
2. Es una estrategia anti-resistencia, debido a que se controlan los biotipos de avenilla, ballica y cola de zorro resistentes a los herbicidas ACCasa y ALS.
3. El control es más fácil y eficaz, debido a que solamente con una aplicación se controlan casi todas las malezas.
4. Aumenta la cantidad y calidad de la producción, debido a que disminuye la competencia de las malezas con el cultivo y la contaminación del producto cosechado.

Acciones obligatorias en la tecnología Clearfield®

Debe evitarse el uso continuo de trigos Clearfield® y herbicidas IMI como Eurolightning en el mismo campo o potrero, pues de lo contrario, al aumentar la presión de selección, existirá una mayor probabilidad que también surjan biotipos resistentes a los herbicidas IMI y se pierda esta valiosa herramienta. Además, deben rotarse cultivos y herbicidas pos-emergentes con distinto modo de acción, usar métodos de control de malezas alternativos como la labranza del suelo, y aplicar herbicidas suelos activos en pre-emergencia de las malezas y los cultivos. **Ta**



Cultivos de cereales (trigo, cebada y avena) infestados con ballica resistente.