

# **Jornada de Cultivos de Invierno**

**Organizan:  
INIA La Estanzuela, Mesa de Trigo y SRRN**

**Young, ABRIL 2007**

**Serie Actividades de Difusión N°484**

# TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
Roya de la hoja en cultivos de invierno: epidemiología de la enfermedad y comportamiento varietal ..... <i>Silvia Germán, INIA La Estanzuela</i>	1
Uso de fungicidas para el control de roya de la hoja en cebada y trigo ..... <i>Silvia Pereyra y Martha Díaz de Ackermann, INIA La Estanzuela</i>	15
Interacción de la respuesta a N con el ataque de roya de hoja en trigo ..... <i>Adriana García Lamothe y Martha Díaz de Ackermann, INIA La Estanzuela</i>	25
Efecto de diferentes fuentes de N en siembra directa ..... <i>Adriana García Lamothe, INIA La Estanzuela</i>	39
Tecnología para altos rendimientos de trigo ..... <i>Adriana García Lamothe y Martha Díaz de Ackermann, INIA La Estanzuela</i>	45
Manejo de insectos en trigo y cebada ..... <i>María Stella Zerbino, INIA La Estanzuela</i>	51
Caracterización de cultivares de trigo ..... <i>Esteban Hoffman, Pablo Mesa y Mónica Cadenazzil, EEMAC – Facultad de Agronomía</i>	67
Resultado primario sobre almacenaje en bolsones ..... <i>Ariel Bogliaccini, Plan Nacional de Silos/MGA</i>	91

# ROYA DE LA HOJA EN CULTIVOS DE INVIERNO: EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD Y COMPORTAMIENTO VARIETAL.

Silvia Germán<sup>1</sup>

## Repasando conceptos básicos:

### *Los patógenos y su epidemiología.*

Las royas de la hoja del trigo y de la cebada son causadas por distintos patógenos, denominados *Puccinia triticina* y *P. hordei* respectivamente. Estas enfermedades fueron las más importantes en los cultivos de invierno durante los dos últimos años, incrementando el costo de producción por la necesidad de control químico en cultivares susceptibles.

Los patógenos producen pústulas anaranjadas en las hojas y vainas de los cereales, que corresponden a los cuerpos fructíferos donde se producen los propágulos de los hongos (esporas denominadas urediniosporas). Las temperatura óptima para el desarrollo de *P. triticina* es 20°C y para *P. hordei* 15 a 20°C. Ambos requieren de presencia de agua libre sobre la superficie del follaje (rocío o lluvias leves) durante seis o más horas para que ocurra infección. Las precipitaciones fuertes retardan el desarrollo de la enfermedad, ya que arrastran las esporas al suelo, donde germinan y mueren en ausencia de sustrato susceptible. Por el contrario, sobreviven durante semanas si permanecen secas.

Los hongos del género *Puccinia* son biotróficos, porque sólo pueden vivir sobre tejido vivo de los huéspedes que afectan (trigo y cebada en el caso de *P. triticina* y *P. hordei* respectivamente). Los patógenos sobreviven durante el verano en plantas voluntarias de cultivares susceptibles (puente verde), de los que proviene el inóculo primario. El inóculo secundario se genera durante el ciclo del cultivo donde los patógenos pueden cumplir varios ciclos de infección (enfermedades policíclicas), multiplicándose asexualmente. El periodo de latencia (desde que se produce la infección hasta el inicio de la producción de esporas) es de 7 a 10 días en condiciones favorables.

Las esporas son transportadas por el viento pudiendo diseminarse cientos de km. Las esporas se mueven libremente dentro de la zona epidemiológica donde se encuentra nuestro país y que también abarca a las regiones trigueras de Argentina, Brasil, Paraguay y zonas bajas de Bolivia. Por la forma de diseminación de las esporas y el alto potencial de producción de inóculo, las epidemias de las royas de la hoja de trigo y cebada pueden progresar rápidamente en cultivares susceptibles y condiciones climáticas favorables.

Las poblaciones de los patógenos (hongos) que causan la roya de la hoja de trigo (*Puccinia triticina*) y la roya de la hoja de cebada (*Puccinia hordei*) están compuestas por razas que difieren en su capacidad de afectar a distintas variedades. Estas poblaciones son dinámicas (particularmente la de *P. triticina*) adaptándose a la composición varietal de los cultivos, y provocando cambios en el comportamiento de las variedades frente a estas enfermedades. Es frecuente la aparición de nuevas razas que pueden afectar a variedades que presentaban inicialmente buen comportamiento frente a roya de la hoja, lo que determina que la duración de la resistencia de las variedades utilizadas comercialmente sea muchas veces reducida (Germán, 2006).

La importancia de cada raza, medida por la frecuencia de cada una dentro del total de razas encontradas en muestras recolectadas anualmente, está asociada al área sembrada con cultivares susceptibles a la misma. La composición racial de ambos hongos presente cada año y la constitución genética de las variedades define el comportamiento de estas últimas en el cultivo. Algunas variedades son susceptibles a las mismas razas, lo que incrementa el área en que estas últimas pueden multiplicarse, sobrevivir durante el verano y también la probabilidad de causar inicio temprano de infecciones y epidemias severas en la zafra siguiente.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. Ph. D., Programa Cultivos de Secano, INIA La Estanzuela.

## **Resistencia genética de los huéspedes e interacción con los patógenos.**

Los distintos cultivares de trigo y cebada generalmente difieren en la base genética de resistencia frente a roya de la hoja de trigo y cebada, respectivamente. La **resistencia** expresada desde el estado **de plántula** es conferida por genes de efecto mayor, llamados *Lr* para roya de la hoja de trigo y *Rph* para la roya de la hoja de cebada. Los materiales que son resistentes a una raza en el estado de plántula, lo son durante todas las fases de su desarrollo. La mayoría de los cultivares, especialmente de trigo, poseen combinaciones de dos o más genes de resistencia de plántula. Estos genes confieren **resistencia efectiva si no hay virulencia específica** dentro de la población de los patógenos, pero son inefectivos si existe la combinación de virulencia adecuada. Por ejemplo, el cultivar de trigo INIA Caburé posee el gen de resistencia *Lr24* y fue resistente a roya de la hoja mientras la virulencia sobre *Lr24* no estuvo presente en la población de *P. triticina*. En el caso de cebada, CLE 202 (INIA Ceibo) posee el gen de resistencia *Rph9.z* y fue resistente mientras no existió virulencia sobre este gen en la población de *P. hordei*.

La resistencia genética puede expresarse desde estados de desarrollo más avanzados (**resistencia de planta adulta** o RPA). Hay materiales tanto de trigo como de cebada que son susceptibles a determinada raza de *P. triticina* o *P. hordei*, respectivamente, en el estado de plántula pero más resistentes al estado de planta adulta. Muchas veces la RPA se expresa retardando el desarrollo de la enfermedad, y determina distintos grados de resistencia incompleta o parcial. También en el caso de RPA, esta característica puede ser conferida por uno o más genes de resistencia. El comportamiento en planta adulta es la información más relevante dado que el comportamiento observado a campo en estadios avanzados del cultivo se asocia al comportamiento en planta adulta.

En general, todos los programas de mejoramiento de trigo tienen como uno de los objetivos prioritarios de selección a la resistencia genética a roya de la hoja. En el caso de cebada, se ha dado especial énfasis a esta característica en los últimos dos años, aunque se comenzó a trabajar en esta línea desde la década pasada. La resistencia a royas de la hoja de trigo y cebada es relativamente fácil obtener pero difícil de mantener. En INIA se está priorizando el uso de fuentes de RPA que confieren resistencia probablemente durable a ambas enfermedades.

### **Medidas de control**

El uso de **cultivares resistentes** es la medida de control de roya de la hoja más efectiva y económica. La información sobre el comportamiento frente a roya de la hoja de las variedades de cultivos de invierno está disponible en forma actualizada antes de cada zafra en las publicaciones de INASE-INIA (Resultados experimentales de evaluación de trigos y cebadas en los últimos tres años) o en la página web de INIA ([http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)).

Sin embargo, debido a la variación en la población de los patógenos, esta protección no es permanente.

La forma de reducir el riesgo de ocurrencia de epidemias severas de roya de la hoja, es **diversificar la base genética del cultivo**. Deben utilizarse dos o más cultivares a nivel predial y un número relativamente alto de cultivares a nivel de país, evitando concentrar el área de siembra en pocos cultivares. En el caso de uso de cultivares susceptibles, debe **evitarse en lo posible el uso de cultivares susceptibles a las mismas razas** de los patógenos. Esta recomendación se basa en que, en la medida que disminuye el área en que una determinada raza puede multiplicarse y sobrevivir durante el verano, también disminuye la probabilidad de inicio temprano de infecciones y epidemias severas.

La **eliminación de plantas voluntarias** de cultivares susceptibles, donde sobreviven los hongos causales de las royas durante el verano, reduce el inóculo primario, disminuyendo el riesgo de inicio temprano de epidemias locales (en la chacra o la zona). Los cultivos que por su manejo posterior tienen alta probabilidad de presentar plantas voluntarias deberían sembrarse con cultivares resistentes si hay disponibilidad de estos.

Cuando se presenta la enfermedad durante el ciclo del cultivo, el **uso de fungicidas** recomendados para roya de la hoja es una medida de control eficiente. Debe tenerse presente que en cultivares con niveles intermedios de resistencia (no altamente susceptibles), la eficiencia y residualidad de los fungicidas es mayor. Se han publicado muchos artículos sobre el control químico de roya de la hoja de trigo. El artículo de Pereyra y Díaz de Ackermann (2007) de esta publicación presenta la información más actualizada sobre el control químico de las royas de la hoja de la cebada y trigo.

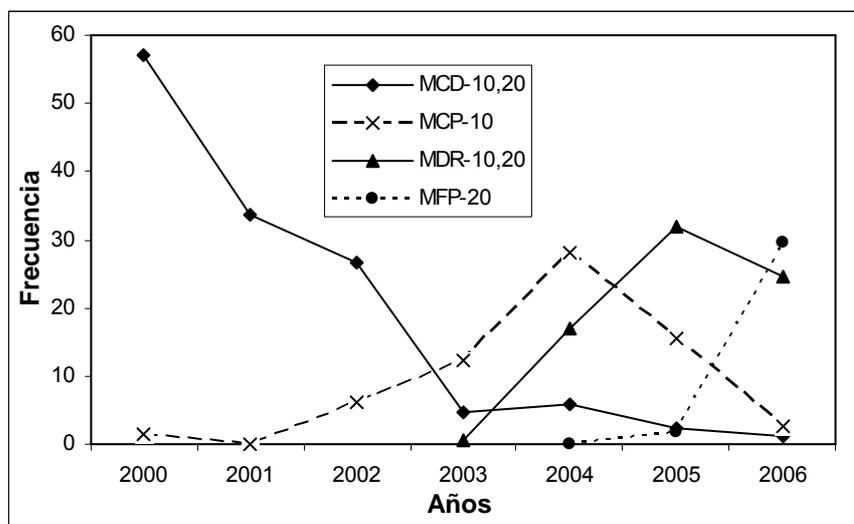
## Situación actual de las royas de la hoja de trigo y cebada

### Roya de la hoja de trigo

La roya de la hoja del trigo es una de las enfermedades más importantes del cultivo, presentándose todos los años con niveles que causan daños económicos en cultivares susceptibles. Una proporción importante del área de trigo del país y la región se siembra con cultivares susceptibles o moderadamente susceptibles, lo que provee una extensa área donde el patógeno puede multiplicarse durante la estación del cultivo y sobrevivir durante el verano. La presencia de abundante inóculo primario determina que las epidemias pueden comenzar temprano y alcanzar niveles importantes, provocando pérdidas de rendimiento superiores al 50% si no se utiliza control químico. En algunos años, las epidemias han sido particularmente severas, debido al inicio temprano de las infecciones y temperaturas favorables, principalmente temperaturas superiores a lo normal durante el invierno y primavera temprana. Es frecuente la aparición de razas virulentas sobre cultivares previamente resistentes, lo que determina en general una corta duración de la resistencia de nuevos cultivares.

### Población de *Puccinia triticina*.

La población de *P. triticina* sufre variaciones muy importantes de una zafra a la siguiente (Fig. 1).



**Figura 1.** Frecuencia de cuatro razas de *Puccinia triticina* durante 2000-2006.

Al analizar la evolución de la frecuencia de cuatro razas importantes durante el período 2000-2006, se observa el cambio progresivo y significativo de la importancia de cada una. La raza MCD-10,20, que afectó a INIA Mirlo y Estanzuela Pelón 90, ha disminuido en forma significativa desde el año 2000. La raza MCP-10, virulenta (causa reacción susceptible) sobre Klein Don Enrique, creció en importancia hasta el año 2004 y su frecuencia disminuyó hacia la última zafra. La raza MDR-10,20, virulenta sobre INIA Torcaza e INIA Churrinche, alcanzó una frecuencia máxima de 28 % en el año 2005, coincidiendo con la mayor epidemia fundamentalmente sobre INIA Torcaza. La raza MFP-20, asociada a altas infecciones sobre el nuevo cultivar INIA Tero, fue detectada en baja frecuencia en el año 2005 y durante el año 2006 fue la raza más frecuente.

Debido a las variaciones anuales en la población del patógeno, se estudian las razas presentes en muestras recolectadas de campos experimentales y cultivos comerciales y se identifican las razas

presentes. Las razas se denominan con el código *Prt* utilizado también en otras partes del mundo. El objetivo de este relevamiento es identificar nuevas razas potencialmente importantes, determinar la frecuencia de cada raza, y obtener información acerca de su rango de virulencia sobre cultivares comerciales (que cultivares puede afectar cada raza). Las razas del patógeno identificadas se multiplican y utilizan para inocular el campo experimental, para asegurar la presencia de alta diversidad del patógeno al momento de seleccionar por resistencia a la enfermedad.

En el Cuadro 1 se muestra la frecuencia de las razas de *P. triticina* más importantes identificadas en los últimos tres años, y los cultivares que fueron particularmente afectados por las mismas. El relevamiento de razas presentes durante el año 2006 no es completo. De un total anual de 81 a 175 aislamientos analizados, se identificaron anualmente 17 a 30 razas diferentes. De estas sólo 4 o 5 presentaron frecuencia superior al 5% en cada año.

**Cuadro 1.** Frecuencia de razas de *Puccinia triticina* más importantes identificadas en 2004-2006.

Raza	Primer año detectada	Año			Cultivares afectados
		2004	2005	2006*	
CCT	1997		1.1	3.7	B.Charrúa
CCT-19	<b>2006</b>			1.2	
CHT	1997			2.5	B.Charrúa
MCB-10	<b>2004</b>	2.0			
MCD-10	2001	<b>15.0</b>	<b>8.0</b>		
MCD-10,20	1999	<b>6.0</b>	2.3	1.2	I.Mirlo
MCG-10	1989	2.0	1.1		E.Cardenal
MCP-10	2000	<b>28.0</b>	<b>15.4</b>	2.5	K.Don Enrique
MCP-10,19	<b>2006</b>			1.2	
MCP-10,20	2002	2.0	0.6		K.Don Enrique
MCP-19	<b>2006</b>			1.2	
MCT-10	1992		1.7	1.2	
MDD-10,20	2002	2.0	0.6		
MDP	2002	4.0	3.4	1.2	
MDP -10,20	<b>2004</b>	4.0	<b>10.9</b>	<b>13.6</b>	
MDP-20	<b>2004</b>	1.0	<b>5.1</b>	<b>7.4</b>	I.Tero
MDR-10,20	2003	<b>17.0</b>	<b>32.0</b>	<b>24.7</b>	I.Churrinche, I.Torcaza
MFP	2001	<b>6.0</b>	0.6		
MFP-10,20	<b>2004</b>	1.0		3.7	
MFP-20	<b>2005</b>		1.7	<b>29.6</b>	I.Tero
MFR-10,20	<b>2004</b>	4.0	4.0	2.5	
TDD-10,20	1995	2.0	1.7		B.Yapeyú
N° aislamientos		100	175	81	
N° de razas		19	30	17	

\* incompleto

Las razas más importantes durante el período fueron MCD-10, MCP-10, MP-10,20, MDR-10,20 y MFP-20. Durante la última zafra, MFP-20, virulenta sobre INIA Tero, y MDR- 10,20, virulenta sobre INIA Torcaza e INIA Churrinche, fueron las más frecuentes.

### **Comportamiento de cultivares comerciales.**

En el Cuadro 2 se presenta el área estimada y comportamiento a campo frente a roya de la hoja de los cultivares de trigo inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares (INASE), durante los últimos tres años, y el nivel de infección de roya de la hoja que presentaron. El comportamiento frente a la enfermedad se resume en el nivel de infección que ha mostrado cada cultivar. Este es el comportamiento esperable a futuro si la población del patógeno se mantiene inalterada.

**Cuadro 2.** Área, coeficiente de infección promedio, máxima lectura, y nivel de infección de roya de la hoja de cultivares de trigo. 2004-2006.

Cultivar	Area			C.I. Promedio <sup>c</sup>			Máxima <sup>d</sup>		Nivel de Infección <sup>e</sup>
	2004 <sup>a</sup>	2005 <sup>b</sup>	2006 <sup>b</sup>	2004	2005	2006	Lectura <sup>d</sup>	Año	
<b>Ciclo Largo</b>									
BAGUETTE 10	12.7	1.1	0.4	83.3	61.4	57.0*	100S	2004	A
BUCK GUAPO	0.8	2.0	0.0	0.8*	6.0*	68.2	80 S	2006	A
KLEIN MARTILLO	0.3	1.8	1.6	30.0*	23.0*	20.5*	70MS*	2004	I
LE 2210 (INIA TIJERETA)	16.4	16.8	9.4	15.6	17.2	30.1	60MSS	2006	IA
LE 2245 (INIA GORRION)	9.0	4.5	5.7	2.2	12.0	12.9	60MRMS	2006	I
LE 2255 (INIA GAVILAN)	0.4		0.3	3.7	10.7	12.4	70MR	2006	I
LE 2271 (INIA TORCAZA)	6.2	6.0	1.9	9.7	44.7	68.4	85SMS	2005	A
LE 2313 ( INIA GARZA)			0.1	1.6	3.0	4.3	30MRMS	2006	B
<b>Ciclo Intermedio</b>									
BAGUETTE PREMIUM 11			1.7	--	7.7	20.0	60S	2006	I
BAGUETTE PREMIUM 13	0.6	4.1	4.4	50.2	--	70.0*	90SMS	2004	A
BIOINTA 1000		0.2	1.1	39.0	35.2	32.2	90SMS	2004	IA
BIOINTA 1001		0.5	10.5	43.0	1.7	1.9	90SMS/10MS	2004/06	BI
KLEIN CHAJA		2.4	2.8	12.2	9.0	34.5*	60MSS	2004	I
KLEIN DON ENRIQUE	3.3	0.8	1.7	--	63.0*	85.0*	90S	2006	A
KLEIN FLECHA			0.7	19.7	12.0	17.4	60MS*	2004	I
INIA MIRLO	9.2	8.0	10.0	50.7	41.0	47.7	90MSS	2004	A
LE 2249 (INIA CHURRINCHE)	16.6	17.0	17.0	14.5	20.4	15.1	50MSS*	2006	I
LE 2303 ( INIA TERO)		0.1	1.9	5.0	31.2	85.8	99S	2006	A
LE 2310 (INIA CARANCHO)		0.0	0.8	22.9	39.6	36.5	70SMS	2004	IA
ONIX	8.8	21.0	4.4	29.8	66.5*	72.0	90S	2006	A
SAFIRA (ORL 98204)		0.1	0.9	--	57.6	48.0*	80MSS	2005	A
Área total	179,349	153,500	193,400						

<sup>a</sup>: DIEA

<sup>b</sup>: INASE. Área producción y comercio

<sup>c</sup>: adaptado de Castro et al., 2005-2007. \*: Colecciones de roya de la hoja (La Estanzuela y Young)

<sup>d</sup>: porcentaje de infección y reacción (MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible)

<sup>e</sup>: B: bajo, I: intermedio, A: alto. Niveles de infección B, BI, I, IA y A, equivalen a comportamientos R, MR, MRMS, MS y S, respectivamente.

Dos cultivares se comportaron como resistentes (I. Garza y B. 1001). En el caso de B. 1001, la información es contradictoria, ya que durante el año 2004 presentó niveles superiores de infección, que no volvieron a registrarse posteriormente. La causa de esta diferencia no es explicable, y no se consideró la información de 2004 para caracterizar su comportamiento. Los cultivares de ciclo largo K. Martillo, I. Gorrión e I. Gavilán, y los cultivares de ciclo intermedio o corto B. Premium 11, K. Chajá, K. Flecha e I. Churrinche presentaron niveles de infección intermedios. El resto de los cultivares presentó niveles intermedios a altos o altos de infección.

### **Interacción huésped patógeno.**

Como se mencionó anteriormente, los cultivares presentan diferente comportamiento frente a distintas razas del patógeno. La información sobre el comportamiento de cultivares de trigo registrados frente a distintas razas de *Puccinia triticina* se difunde periódicamente (Germán et al., 2005; Germán, 2006). En el Cuadro 3 se muestra esta información actualizada, abarcando a todos los cultivares que hasta el momento integran el Registro de Cultivares de INASE (Cultivos de Invierno, Boletín N° 93, Versión 5 de setiembre de 2006, on line). Se seleccionaron 12 razas que se presentaron con frecuencia superiores al 5% o son importantes por su diversidad.

**Cuadro 3.** Tipo de infección<sup>a</sup> de los cultivares comerciales frente a 14 razas de *Puccinia triticina*.

Primera detección	1997	1997	1999	2000	1992	2004	2003	2001	2004	2005	2004	1995
Frecuencia 2004			6.0	28.0		4.0	17.0	6.0	1.0		4.0	2.0
Frecuencia 2005	1.1		2.3	15.4	1.7	10.9	32.0	0.6		1.7	4.0	1.7
Frecuencia 2006	3.7	2.5	1.2	2.5	1.2	13.6	24.7		3.7	29.6	2.5	
Raza	CCT	CHT	MCD-10,20	MCP-10	MCT-10	MDP -10,20	MDR-10,20	MFP	MFP-10,20	MFP-20	MFR-10,20	TDD-10,20
<b>CICLO LARGO</b>												
BAGUETTE 10	33+	3+	4	3+	3	3+4	3	3+	3	3+4	3	3+
BUCK GUAPO		3	1-	1=;	1-;	;1=	0;	1=;	;1=	1-		0;
KLEIN MARTILLO	0;		1-	2	1-	0;	0;	1-;	2=;	1-	0;	0;1-
LE 2210 (INIA TIJERETA)	0	0	0;	0	0	2-;	1-	2	2=	1+2	1-	1-
LE 2245 (INIA GORRION)			;1=	0;1=	0;		3	1-	3	;	3	23;
LE 2255 (INIA GAVILAN)		;	1-	1-	;		2=	;	;	;1=	1-	2-;
LE 2271 (INIA TORCAZA)	0	0;	0;	0	0	3	3	0;	3	;1=	3	3+
LE 2313 ( INIA GARZA)	0;	0;1-	0	0;	0	1-;	;	1-;	2=	12-		0;
<b>CICLO CORTO/INTERMEDIO</b>												
BAGUETTE PREMIUM 11	3	3+	4	3+	3	3+		3+	3	3+4	3	3+
BAGUETTE PREMIUM 13		1-	2-;	;1=	0	3	3	2	3	3	3	2-
BIOINTA 1000	0;	0	;	0;	1-	0;1=	0;	0	0;	;	0;	0
BIOINTA 1001	3	0		3+	3	0;	0;	0;		0;	2-	0
KLEIN CHAJA			2-;	2-;	0;	1-	0;	1-	2-	1-	0;	;1-
KLEIN DON ENRIQUE	1-	2+3	;1=	3	3+	;	0;	2	2	2	0;	0
KLEIN FLECHA	0;	0	4	3+	3+	3+	3+	3+	3	4	3+	3+
INIA MIRLO	2-;	2-;	4	3+	2+3	;1=	0	3+	2-	2;	0;	0;
LE 2249 (INIA CHURRINCHE)	0;	0;	0;	0;	0;	23	3+	;1=	2-;	;1=	2+3	2-
LE 2303 ( INIA TERO)	0	0;	0;	0;	0	3	0;	3+	3	3+	0;	3
LE 2310 (INIA CARANCHO)	0;	0;	0;	0;	0;	3	3+	3+	3	3+	3+	3
ONIX	2=;	0;	2=	0	0;	2-	3+	;	;	;	3+	0;
SAFIRA (ORL 98204)	0	0	0;	0	0	3+	3+	;1=	2-	;	3+	1-;

<sup>a</sup>: tipo de infección (TI): escala de 0 a 4, 0-2 resistente, 3-4 susceptible.  
Celdas en blanco: sin información

Los cultivares K. Martillo, I. Tijereta, I. Gavilán, I. Garza, B. 1000 y K. Chajá presentan reacción resistente (0, 1) o intermedia (2) frente a las 12 razas. I. Tijereta presenta reacción variable a las razas MDP-10,20 y MFP, MFP-10,20 y MFP-20, en algunos casos llegando a susceptibilidad. Esta variación se debe fundamentalmente a diferencias de temperatura durante las pruebas. La raza MFP-20, que incrementó en frecuencia durante el año 2006, fue probablemente la causante de niveles de infección intermedios a altos (superiores a los de años anteriores) observados a campo sobre I. Tijereta. El cultivar B. 1000 es susceptible a la raza SPG-10 y una nueva raza identificada sólo en dos muestras de este cultivar recogidas durante 2006 (datos no mostrados). Ambas razas son virulentas sobre el mismo gen de resistencia presente en el antiguo cultivar argentino La Paz INTA (*Lr9*), indicando que B. 1000 posiblemente posee este gen de resistencia. Algunos de los cultivares que presentan niveles intermedios de resistencia de plántula a muchas de las razas, también presentan niveles intermedio de infección a campo (K. Martillo, I. Gavilán, K. Flecha). El resto de los cultivares es susceptible en plántula frente al menos una raza.

La información sobre el comportamiento en planta adulta de los materiales frente a razas virulentas (y algunas que dan reacción intermedia) en plántula obtenida hasta el presente se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Reacción en planta adulta<sup>a</sup> de cultivares de trigo frente a 12 razas *Puccinia triticina*.

Primera detección	1997	1997	1999	2000	1992	2004	2003	2001	2004	2005	2004	1995
Frecuencia 2004			6.0	28.0		4.0	17.0	6.0	1.0		4.0	2.0
Frecuencia 2005	1.1		2.3	15.4	1.7	10.9	32.0	0.6		1.7	4.0	1.7
Frecuencia 2006	3.7	2.5	1.2	2.5	1.2	13.6	24.7		3.7	29.6	2.5	
Raza	CCT	CHT	MCD-10,20	MCP-10	MCT-10	MDP -10,20	MDR-10,20	MFP	MFP-10,20	MFP-20	MFR-10,20	TDD-10,20
<b>CICLO LARGO</b>												
BAGUETTE 10	--	MRMS	S	MR	--	MSS	MS	S	S	S	MR	--
BUCK GUAPO		MS										
KLEIN MARTILLO				MSMR					R			
LE 2210 (INIA TIJERETA)						MR		MRMS	R	MRMS		
LE 2245 (INIA GORRION)							MRMS		MS		MS	MRMS
LE 2255 (INIA GAVILAN)							R					R
LE 2271 (INIA TORCAZA)						R	MSS		MS		MS	--
LE 2313 ( INIA GARZA)									MR			
<b>CICLO CORTO/INTERMEDIO</b>												
BAGUETTE PREMIUM 11	--	--	--	S	--	MS		--	--	MSS	--	--
BAGUETTE PREMIUM 13						S	MSS		MS	MS	S	R
BIOINTA 1000												
BIOINTA 1001	--			MS	R							
KLEIN CHAJA									R			
KLEIN DON ENRIQUE		MS		--	MS			MS				
KLEIN FLECHA			--	--	--	--	--	--	--	MR	R	--
INIA MIRLO		R	--	MS	--			MR	MRMS			
LE 2249 (INIA CHURRINCHE)						MS	MSS		MR		MRMS	
LE 2303 ( INIA TERO)						MS		MS	MSS	MSS		MS
LE 2310 (INIA CARANCHO)						--	MS	MSS	S	MSS	MSS	MS
ONIX							MS				S	
SAFIRA (ORL 98204)						MSS	MSS		R		--	

<sup>a</sup>: reacción. R: resistente, MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible, --: sin información.

Celdas con fondo gris: reacción susceptible en plántula.

Las celdas en gris con reacción resistente (R) o moderadamente resistente (MR) indican aquellos casos en que un cultivar es susceptible en plántula a una raza, y R o MR en planta adulta.

Si se analiza la información por columnas, se pueden identificar a aquellos cultivares que son susceptibles a las mismas razas. Para diversificar el cultivo en forma efectiva, debería evitarse en lo posible, el uso de aquellas variedades que multiplican las mismas razas (reacción moderadamente susceptible MS o susceptible S). Por ejemplo, las razas más importantes durante 2006 fueron MFP-20 (que causa reacción MS o S en plantas adultas de Bagette 10, B. Premium 11, B. Premium 13, I. Tero e I. Carancho) y MDR-10,20 (que causa reacción MS o S en plantas adultas de B. 10, I. Torcaza, B. Premium 13, I. Churrinche, I. Carancho, Onix y Safira). Estos cultivares deberían intercalarse con otros, R en plántula o planta adulta a estas razas. Debe pensarse en una estrategia predial, intercalando áreas de variedades con diferente espectro de reacción frente a las mismas razas.

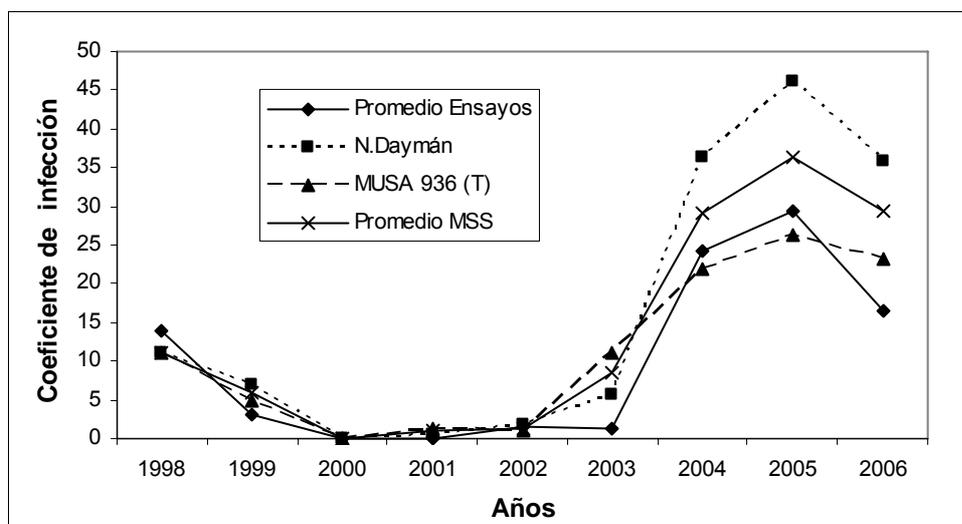
Además de los cultivares que muestran RPA a razas de acuerdo a estas pruebas (reacción R o MR), existen otros con RPA que probablemente se manifiesta por desarrollo más lento de la enfermedad y no por una reacción de resistencia. Hay casos en que un cultivar tiene reacción MS o S frente a una raza frecuente y sin embargo a campo muestra progreso lento de la enfermedad y un nivel de infección terminal intermedio o menor en relación a otros cultivares. Es el caso de B. 1001 (raza MCP-10), e INIA Churrinche (raza MDR-10,20).

Para decidir el control químico se deben monitorear los cultivos aún de cultivares resistentes, por el riesgo siempre presente de aparición de nuevas razas virulentas. La probabilidad de que estas aparezcan es mayor en cultivos comerciales (área extensa) que en experimentos (área pequeña).

### **Roya de la hoja de cebada**

La roya de la hoja de cebada se presentaba históricamente con baja incidencia y severidad a nivel de producción. En algunos años se han desarrollado epidemias importantes en campos experimentales, donde se siembran cultivares muy susceptibles desde épocas muy tempranas, permitiendo mayor número de ciclos de infección del patógeno. El potencial epidémico de *P. hordei* fue claro en el pasado, por registros de infecciones muy importantes de roya de la hoja sobre algunos cultivares de cebada, como en el caso de Buck Cruz del Sur. La menor importancia relativa de la roya de la hoja de cebada respecto a la roya de la hoja del trigo se debe fundamentalmente a la menor área de cebada sembrada en la región (500.000 has), y el menor período de tiempo en que el cultivo presenta follaje verde, ya que las siembras son más concentradas (junio y julio) y el cultivo tiene ciclo a madurez más corto. Estos dos factores determinaban en general inicio más tardío de las epidemias, epidemias de menor importancia (menor severidad de infección a igual estado vegetativo), menores pérdidas de producción y menor necesidad de aplicación de fungicidas. La menor producción de inóculo está asociada a menores cambios en la población del patógeno y mayor duración de la resistencia de cultivares, respecto a lo que sucede en el cultivo de trigo.

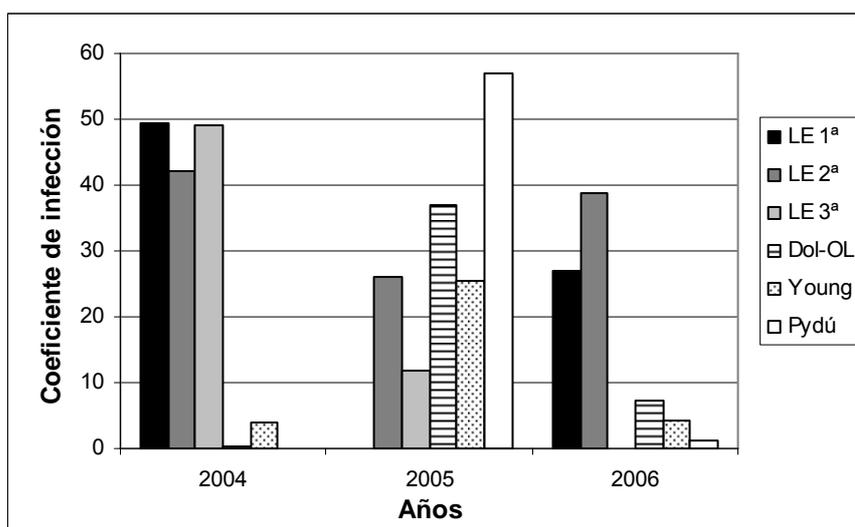
Sin embargo, la importancia de la enfermedad incrementó drásticamente en el año 2004 (Fig. 2), como lo demuestran cuatro indicadores del nivel de infección de roya de la hoja: coeficiente de infección (CI) promedio de ensayos del Convenio INIA/INASE, CI promedio de anual del cultivar N. Daymán (S) y MUSA 936 (MS) y promedio de ambos.



Fuente: Convenio INIA/INASE 1998-2006

**Figura 2.** Coeficiente de infección promedio de ensayos, promedio e individual de dos cultivares de cebada. 1998-2006.

La información sobre infección de roya de la hoja se registra en ensayos ubicados en varias localidades del área de siembra de cebada, desde La Estanzuela (Colonia) hasta Paysandú. Cuando se analizan los datos de las distintas localidades durante los tres últimos años, se observa que la importancia de la enfermedad no fue uniforme en toda el área (Fig. 3)



Fuente: Convenio INIA/INASE 2004-2006

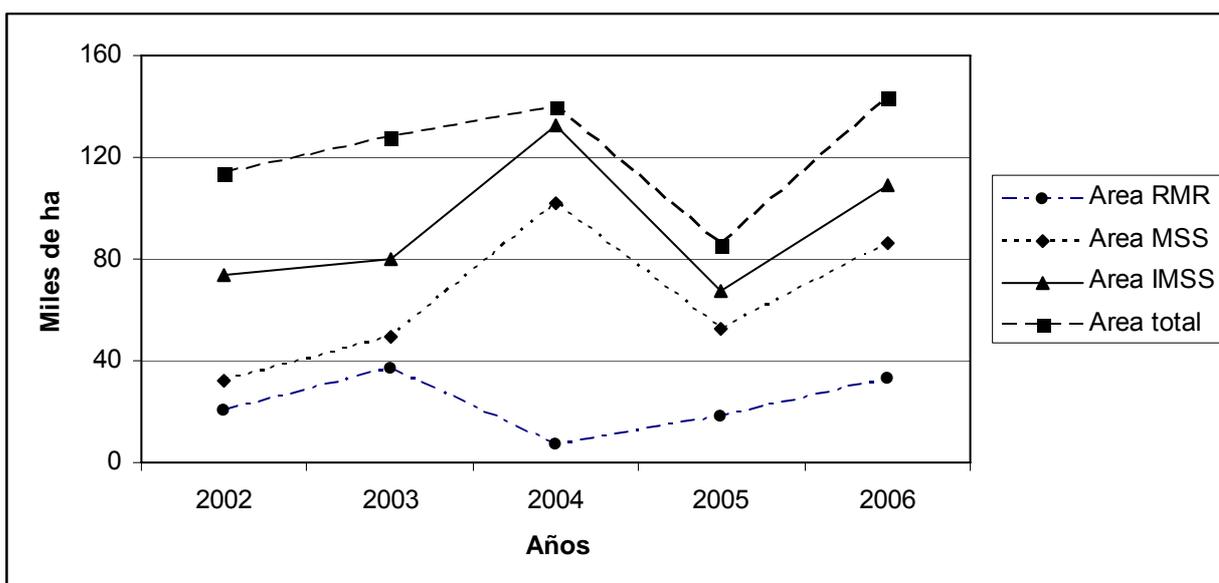
LE: La Estanzuela, Dol: Dolores, OL: Ombúes de Lavalle, Pydú: Paysandú

**Figura 3.** Coeficiente de infección promedio de ensayos del Convenio INIA/INASE de distintas localidades. 2004-2006.

Durante el año 2004, se observaron infecciones tempranas y severas en La Estanzuela, al sur del área de siembra, aunque estas no fueron importantes en el área de siembra comercial. Hacia el norte del área de siembra se observaron infecciones tardías, generalmente no observadas en estos ensayos. Durante el año 2005, la roya de la hoja se presentó en toda el área de siembra, desde estados tempranos de desarrollo (macollaje). Nuevamente en el año 2006 la roya de la hoja fue severa. Presentó una tendencia a disminuir en severidad respecto al año anterior, en parte debido a condiciones de sequía. Las infecciones en ensayos fueron menores hacia el norte del área.

La secuencia en que se presentaron estas epidemias es la esperada. El desarrollo de epidemias normalmente se da en dos años. Durante el primero (año 2004) se registran infecciones tardías, en que el patógeno se extiende espacialmente, y le permite sobrevivir durante el verano en una zona o región amplia. Durante el segundo año (2005), asociado a condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad, ocurren infecciones tempranas, que causan alta severidad y daño si no se utiliza control químico. En años sucesivos la importancia de las epidemias puede disminuir, si las condiciones climáticas no son tan favorables y/o incrementa el área de cultivares resistentes.

Varios son los factores que pueden haber contribuido para la ocurrencia de epidemias importantes de roya de la hoja de cebada después de más de 20 años en que la enfermedad fue considerada de importancia secundaria. Mejores prácticas de manejo determinan mayor disponibilidad de N y mejor desarrollo de los cultivos, ambos asociados a mayor severidad y daño de roya de la hoja. La aparición de una nueva raza del patógeno, virulenta sobre la mayoría de los cultivares comerciales, provocó un aumento en el área de siembra de cultivares S y MS y del área de sobrevivencia durante el verano durante los años 2004-2006, tanto en Uruguay (Fig. 4) como en Brasil. Condiciones climáticas especialmente favorables, principalmente temperaturas invernales superiores a las normales, que permiten el inicio temprano de infecciones. Esto ocurrió durante un amplio período (desde la primera década de junio hasta la primera década de agosto) durante el año 2005, y desde mediados de junio a fines de julio durante el año 2006.



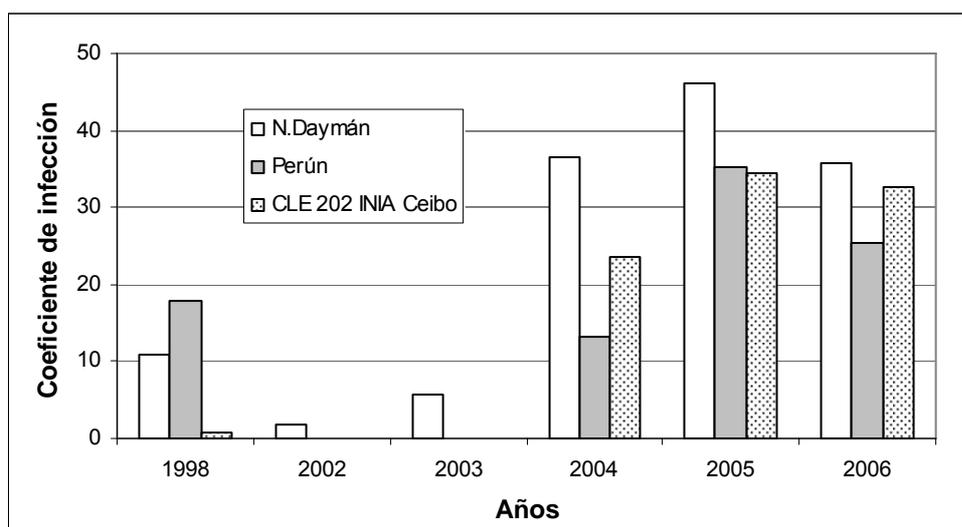
**Figura 4.** Área de siembra ocupada por variedades con distinto comportamiento frente a roya de la hoja.

Las epidemias ocurridas durante los años 2004 y 2005 significaron un alto costo para los productores de cebada, ya que debieron utilizarse fungicidas generalizadamente para controlar la enfermedad sobre cultivares susceptibles. Se estima que el número de aplicaciones por ha incrementó de 0.6-0.8 antes del año 2005, a 1.3-1.4 durante el año 2005 y una cifra intermedia, pero superando 1.0 aplicación por ha durante 2006.

#### **Población de *Puccinia hordei*.**

En el caso de la roya de la hoja de cebada, la población del hongo es menos compleja que la de trigo, probablemente por la menor área de siembra y menor presencia de genes de resistencia mayores en cultivares utilizados. Solamente se han identificado tres razas de *P. hordei* en los últimos 10 años, frente a unas 80 de *P. triticina*.

La raza UPh1 (Uruguay *P. hordei* 1) fue predominante hasta 1998. Esta raza es avirulenta (causa reacción resistente) sobre los genes de resistencia *Rph3.c*, *Rph9.z*. La segunda raza (UPh2), virulenta sobre el gen *Rph3.c* (previamente efectivo o R) y avirulenta sobre *Rph9.z*, se observó en epidemias severas en el campo experimental de INIA en La Estanzuela en el año 1998, y fue la causa de promedios de CI intermedios en ensayos de ese año (Fig. 3). Sin embargo esta raza no se expandió en el área de producción. La última raza (UPh3), detectada en muestras recogidas durante 2004, es también virulenta sobre *Rph3.c*, y adquirió virulencia adicional sobre *Rph9.z*, anteriormente efectivo. Este gen de resistencia está presente en Defra, variedad alemana de alta calidad utilizada ampliamente en cruzamientos en Uruguay y Brasil. Defra y variedades derivadas, que poseen *Rph9.z* como I. Ceibo e I. Arrayán, eran resistentes a roya de la hoja, pero incrementaron sensiblemente su nivel de infección a partir del año 2004 (Fig. 5). El patógeno fue adquiriendo virulencia adicional sobre variedades comerciales en dos pasos desde la primera raza identificada (UPh1) hasta la tercera.



**Figura 5.** Coeficiente de infección de roya de la hoja de tres cultivares de cebada durante 1998 y 2002-2006.

En los relevamientos realizados durante 2004-2006 (Cuadro 5), UPh3 fue la única raza aislada en los años 2004 y 2006. En el año 2005, UPh1 y UPh3 estuvieron presentes en frecuencias similares. La presencia de infecciones altas y con reacción susceptibles sobre los cultivares N. Daymán, Perún e I. Ceibo permite tener una idea de la(s) razas presentes.

**Cuadro 5.** Frecuencia de razas de *Puccinia hordei*, y reacción sobre tres cultivares de cebada. 2004-2006.

Raza	Primera detección	Frecuencia			Reacción sobre cultivares		
		2004	2005	2006	N. Daymán	Perún	I. Ceibo
UPh1			57		S	R	R
UPh2	1998				S	S	R
UPh3	2004	100	43	100	S	S	S
<b>No de aislamientos</b>		11	28	21			

En Brasil, la roya de la hoja es una de las principales enfermedades del cultivo de cebada. Es ese país se detectó virulencia sobre *Rph3.c* y *Rph9.z* en los años 1997 y 2003, respectivamente, probablemente causada por las mismas razas detectadas en nuestro país un año después.

A pesar de la menor variación de la población de *P. hordei* cuando se compara con la población de *P. triticina*, el patógeno es capaz de variar generando nuevas razas virulentas adaptadas a los cultivares más difundidos comercialmente.

### **Comportamiento de cultivares comerciales.**

El Cuadro 6 resume la información sobre el área ocupada por los cultivares que se utilizarán comercialmente durante esta zafra, su comportamiento frente a roya de la hoja y el nivel de infección asignado de acuerdo a la información disponible.

Los cultivares A. Laisa, A. Madi y Danuta son resistentes a roya de la hoja. A. 488, Q. Ainara e I. Viraró han presentado niveles bajos a intermedios de la enfermedad. Norteña Carumbé e I. Arrayán presentan un comportamiento intermedio. M. 936 y Perún han mostrado niveles intermedios a altos de roya de la hoja y N. Daymán e I. Ceibo son susceptibles. Se observa una tendencia a un incremento en el número de cultivares resistentes desde el año 2004.

**Cuadro 6.** Infección de roya de la hoja en ensayos y colecciones, máxima lectura, nivel de infección, reacción en plántula y tipo de resistencia a roya de la hoja de cultivares de cebada. 1999-2004.

Cultivar	Área <sup>a</sup>			C.I. Promedio <sup>b</sup>			Máxima <sup>c</sup>		Nivel de Infección <sup>d</sup>
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	Lectura <sup>d</sup>	Año	
AMBEV 488		7.7	7.0	11.5	12.3	12.1	35MSS	2006	BI
MUSA 936	16.8	13.8	14.3	21.8	26.4	23.3	80MS	2005	IA
NORTEÑA CARUMBE	16.1	16.1	15.7	19.3	24.7	23.6	85MS	2005	I
NORTEÑA DAYMAN	21.4	16.9	16.9	36.4	46.2	35.7	90SMS	2006	A
PERUN	6.9	5.4	7.5	13.3	35.3	25.5	80MS	2006	IA
ACKERMAN LAISA		1.1	1.9	6.0*	12.0*	2.8*	20MSMR*	2005	B
ACKERMAN MADI		1.5	4.0	--	7.5*	3.0*	25RMR*	2005	B
DANUTA			6.7	12.0*	--	2.9	40RMR*	2004	B
QUILMES AINARA	5.3	3.8	2.4	12.0*	20.0*	10.0*	50MR	2005	BI
CLE 202 (INIA CEIBO)	24.7	24.5	20.2	23.7	34.4	32.7	90SMS	2006	A
CLE 226 (INIA VIRARÓ)				3.8	17.2	3.5	40MS	2005	BI
CLE 233 (INIA ARRAYAN)				16.7	23.8	18.5	70MS	2006	I
Área total	140,000	85,178	143,178						
Media del ensayo				24.2	29.4	16.6			

<sup>a</sup>: empresas malteras (AMBEV, MOSA)

<sup>b</sup>: adaptado de Castro et al., 2005-2007. \*: Colecciones de roya de la hoja (La Estanzuela y Young)

<sup>c</sup>: porcentaje de infección y reacción (MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible)

<sup>d</sup>: B: bajo, I: intermedio, A: alto. Niveles de infección B, BI, I, IA y A, equivalen a comportamientos R, MR, MRMS, MS y S, respectivamente.

### Interacción huésped - patógeno

Se probaron los cultivares de cebada con las tres razas de *P. hordei* al estado de plántula (Cuadro 7). A. 488, MUSA 936, N. Carumbé y N. Daymán son susceptibles a las tres razas. En el otro extremo, A. Madi, Danuta, Q. Ainara e I. Viraró son resistentes a las tres razas. Perún es el único cultivar R a UPh1 y S a las otras dos razas, y probablemente posee el gen *Rph3.c*. A. Laisa, I. Ceibo e I. Arrayán son sólo S a UPh3 y probablemente poseen el gen *Rph9.z*.

**Cuadro 7.** Tipo de infección en plántula de cultivares de cebada frente a tres razas de *Puccinia hordei* y tipo de resistencia expresado en plántula y planta adulta.

Cultivar	Razas <i>P. hordei</i>			Resistencia	
	UPh1	UPh2	UPh3	Plántula	RPA
AMBEV 488	3	3	3+	S	RPA
MUSA 936	3	3	3	S	
NORTEÑA CARUMBE	3+	3	3+c	S	RPA-
NORTEÑA DAYMAN	3+	3	4	S	
PERUN	0	3	33+	<i>Rph3.c</i>	
ACKERMAN LAISA (Ac 89/5197/3)	0	0	3	S	RPA
ACKERMAN MADI (Ac 92/5943/4)	1=;	1	2	R	
DANUTA	0	0	21	R	
QUILMES AINARA	2	2	2	R	
CLE 202 (INIA CEIBO)	;	1	3	<i>Rph9.z</i>	
CLE 226 (INIA VIRARÓ)	0;	1	1	R	
CLE 233 (INIA ARRAYAN)	0;	0;	33+	<i>Rph9.z</i>	RPA-

Tipo de infección (TI): escala de 0 a 4, 0-2 resistente, 3-4 susceptible.

RPA: alto nivel de resistencia de planta adulta, RPA-, nivel intermedio de RPA

En el caso de cebada, debido a que frecuentemente sólo una o dos razas han estado presentes durante cada zafra, se puede determinar cuales materiales tienen RPA comparando directamente el tipo de infección en plántula y el nivel de infección a campo. Aquellos cultivares que son S (TI 3 -4) en

plántula frente a UPh3, y han tenido niveles de infección bajos (A. 488 y A Laisa) o intermedios (N. Carumbé, I. Arrayán) a campo, poseen niveles altos o intermedios de RPA, respectivamente.

Para disminuir el riesgo de que ocurran epidemias de roya de la hoja severas, a mediano plazo se debe incrementar el área de siembra ocupada por cultivares de cebada con nivel de infección intermedio o bajo.

### **Agradecimientos:**

A Richard García y Elena Caballero por su apoyo técnico en la generación de información básica y manejo de datos.

### **Bibliografía consultada**

- Castro, M.; Díaz, M.; Germán, S.; Vázquez, D. 2005a. IV. Anexo. Resultados de ensayos año 2004. 1. Trigo ciclo largo. 2 Trigo ciclo intermedio. **In** Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colza de los tres últimos años para el registro nacional de cultivares. Período 2002-2003-2004. Resultados Experimentales N° 2. Uruguay, Uruguay, 13 de abril de 2005 p. 21-40.
- Castro, M.; Pereyra, S.; Germán, S.; Vázquez, D. 2005b. IV. Anexo. Resultados de ensayos año 2004. 3. Cebada cervecera. **In** Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colza de los tres últimos años para el registro nacional de cultivares. Período 2002-2003-2004. Resultados Experimentales N° 2. Uruguay, 13 de abril de 2005 p. 41-48.
- Castro, M.; Díaz, M.; Germán, S.; Vázquez, D. 2006a. IV Anexo. Resultados de ensayos año 2005. 1. Trigo ciclo largo. 2 Trigo ciclo intermedio. **In** Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colza de los tres últimos años para el Registro Nacional de Cultivares. Período 2003-2004-2005. Resultados Experimentales N° 4. Uruguay, 20 de abril de 2006 p. 31-54.
- Castro, M.; Pereyra, S.; Germán, S.; Vázquez, D. 2006b. IV Anexo. Resultados de ensayos año 2005. 3. Cebada cervecera. **In** Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colza de los tres últimos años para el Registro Nacional de Cultivares. Período 2003-2004-2005. Resultados Experimentales N° 4. Uruguay, 20 de abril de 2006 p. 19-26.
- Castro, M.; Díaz, M.; Germán, S.; Vázquez, D. 2007a. V Anexo. Resultados de ensayos año 2006. 1. Trigo ciclo largo. 2 Trigo ciclo intermedio. **In** Resultados experimentales de la evaluación nacional de de trigos, cebadas y colzas de los tres últimos años. Período 2004-2005-2006. Resultados Experimentales N° 6. Uruguay, 11 de abril de 2006 p. 42-73.
- Castro, M.; Pereyra, S.; Germán, S.; Vázquez, D. 2007b. V Anexo. Resultados de ensayos año 2005. 3. Cebada cervecera. **In** Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colzas de los tres últimos años. Período 2004-2005-2006. Resultados Experimentales N° 6. Uruguay, 11 de abril de 2006 p. 74-81.
- Germán S. 2006. Profundizando sobre las royas de la hoja de trigo y cebada: disminución de riesgos en el cultivo mediante una diversificación efectiva de las variedades disponibles. Revista INIA N° 7, junio 2006. p.15-16
- Germán S., Díaz M., Pereyra S., Castro M. 2005. Roya de la hoja y oídio de trigo y cebada. Jornada de Cultivos de Invierno 2005. Serie Actividades de Difusión INIA N°404, abril 2005. p. 10-21.
- Pereyra, S. y Díaz de Ackermann, M. 2007. Uso de fungicidas para el control de roya de la hoja de la hoja en cebada y trigo. Serie Actividades de Difusión INIA N°484, abril 2005. p. 15-24.
- Pereyra, S., Díaz de Ackermann, M., Germán, S. 2007. Trigo y cebada: Planifique el manejo sanitario antes de la siembra. Revista INIA N° 10 marzo 2007. En prensa.



# USO DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE ROYA DE LA HOJA EN CEBADA Y TRIGO

Silvia Pereyra<sup>1</sup>  
Martha Díaz de Ackermann<sup>2</sup>

## Introducción

La roya de la hoja en cebada (causada por *Puccinia hordei*), y en trigo (causada por *Puccinia triticina*) representa una de las limitantes principales para obtener rendimientos y calidad de grano adecuados en nuestro país en términos de frecuencia de ocurrencia, niveles epidémicos y daños que ocasionan. La magnitud de estas pérdidas es función de la severidad presente, del momento en el ciclo del cultivo en que la misma se establece, de la susceptibilidad del cultivar y de las condiciones ambientales imperantes.

Es posible minimizar los riesgos de que las royas alcancen niveles capaces de disminuir los rendimientos y calidad de grano con el uso combinado de las herramientas de manejo disponibles: desde la elección del cultivar a sembrar, fecha de siembra, y eventualmente la aplicación de fungicidas. Por lo tanto, la decisión de la aplicación de fungicidas estará ligada a situaciones en que alguna(s) de las demás medida(s) de control no sean eficiente(s).

En el Cuadro 1 se presenta la efectividad relativa de las distintas medidas de manejo para las royas de trigo y cebada en el país.

El objetivo de esta presentación es brindar información que asista a una decisión económica y viable desde el punto de vista ambiental de aplicar fungicidas para controlar la roya de la hoja en cebada y trigo.

**Cuadro 1.** Eficiencia de las distintas medidas de manejo para roya de la hoja de trigo y cebada

Enfermedad	Elección del cultivar	Manejo cultural				Sanidad de Semilla	Aplicación de fungicidas
		Laboreo	Rotación de cultivos	Eliminación de plantas guachas	Fecha de siembra		
Roya de la Hoja - TRIGO	Alta	Nula	Nula	Media	Media-alta	Nula	Alta
Roya de la Hoja - CEBADA	Alta	Nula	Nula	Media	Media	Nula	Alta

## Importancia económica de las royas

Las pérdidas en el rendimiento de grano causadas por las royas han sido estimadas en el rango de 17 a 25% en cebada y de 32 a 36% en trigo. Estas enfermedades afectan además en forma significativa la calidad física del grano, ver Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Estimaciones de pérdidas porcentuales en rendimiento, peso y tamaño de grano causadas por la roya de la hoja de cebada y trigo.

Roya de la hoja de:	Rendimiento en grano	Peso de grano	Clasificación de 1ra.+2da.
Cebada	17-25	9-15	3-25
Trigo	32-36	0-16	-

Las funciones de pérdidas en rendimiento para ambas royas se han determinado en nuestras condiciones y pueden ser tomadas como una referencia al momento de decidir la aplicación de fungicidas (Cuadro 3)

<sup>1</sup> Ing. Agr. Ph. D. Protección Vegetal, Programa Cultivos de Secano, INIA La Estanzuela.

<sup>2</sup> Ing. Agr. M. Sc. Protección Vegetal, Programa Cultivos de Secano, INIA La Estanzuela.

**Cuadro 3.** Funciones de pérdidas de rendimiento en grano para roya de la hoja en cebada y trigo

Roya de la hoja de:	Estado Vegetativo del cultivo	Función
Cebada	2-3 nudos a espigazón	Y = 100 - <b>2.90</b> S
	Espigazón a grano lechoso	Y = 100 - <b>0.57</b> S
Trigo ciclo largo	2 nudos	Y = 100 - <b>0.90</b> S
	Hoja bandera - 3/4 grano	Y = 100 - <b>0.30</b> S
Trigo ciclo intermedio	Hoja bandera	Y = 100 - <b>13.20</b> S
	Principio floración	Y = 100 - <b>2.60</b> S

Y: porcentaje del rendimiento esperado, S: severidad (área foliar afectada) de la enfermedad (%)

### Aspectos a considerar al decidir la aplicación de fungicidas

El criterio para determinar el momento de aplicación es dinámico y debe estar basado en los siguientes puntos:

#### 1. Comportamiento sanitario del cultivar

La resistencia genética es el medio más efectivo y económico para manejar las enfermedades. Sin embargo, esta protección no es permanente en el caso de algunas enfermedades, principalmente en el caso de roya de la hoja del trigo, pero también en el caso de roya de la hoja de cebada. El comportamiento de los cultivares es función de las razas del patógeno presentes durante el ciclo del cultivo y a su vez, la frecuencia de las distintas razas es dinámica, adaptándose a la composición varietal del área del cultivo. El patógeno es también capaz de generar nuevas razas virulentas sobre variedades inicialmente resistentes, las que se vuelvan susceptibles generalmente pocos años después de su liberación.

Conocer el comportamiento frente a las royas del cultivar a sembrar (o ya sembrado) es fundamental para su manejo. Esta información (Cuadro 4 y 5) está disponible antes de cada zafra en las publicaciones de INIA/INASE (Resultados experimentales de evaluación de trigos y cebadas de los últimos tres años para el registro nacional de cultivares, Castro *et al.* a y b, 2006) o en la página web [www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia).

**Cuadro 4.** Comportamiento sanitario de los cultivares de cebada registrados para producción a setiembre 2006.

CULTIVARES	ENFERMEDADES					
	ESC	MR	MB	FUS	RH	OIDIO
CLE 202 (INIA CEIBO)	B	B	IA	IA	A	BI
CLE 203 (INIA AROMO)	I	B	IA	A	A	B
CLE 226 (INIA VIRARÓ)	I	BI	BI	BI	BI	BI
CLE 232	B	B	I	I	IA	BI
CLE 233 (INIA ARRAYAN)	B	B	I	I	I	B
ACKERMAN LAISA (Ac/89/5197/3)	I	IA	I	IA	B	s/i
ACKERMAN MADI (Ac 92/5943/4)	A	IA	I	I	B	s/i
DANUTA	B	I	I	IB	B	B
Q. AINARA	A	I	I	s/i	B	B
Q. AYELEN	IA	IA	I	I	I	B
AMBEV 488	I	BI	IA	I	BI	AI
MUSA 936	A	B	IA	IA	IA	IA
NORTEÑA CARUMBE	I	BI	I	A	I	IA
NORTEÑA DAYMAN	I	I	I	IA	A	IA
PERUN	IA	A	BI	A	IA	B

Modificado de Castro *et al.*, 2006a

MB: Mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana*

MR: Mancha en red causada por *Drechslera teres*

ESC: Escaldadura causada por *Rhynchosporium secalis*

FUS: Fusariosis de la espiga, causada por *Fusarium* spp.

RH: Roya de la hoja causada por *Puccinia hordei*

OIDIO: Oidio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

A: susceptibilidad alta; I: susceptibilidad intermedia; B: susceptibilidad baja

**Cuadro 5.** Comportamiento sanitario de los cultivares de trigo registrados para producción a setiembre 2006

CULTIVARES CICLO LARGO	ENFEMEDADES					
	MH	MA/MP	MM	FUS	RH	OIDIO
BAGUETTE 10	I	A	s/i	A	<b>A</b>	B
BUCK GUAPO	A	I	s/i	IA	<b>A</b>	s/i
KLEIN MARTILLO	IA	I	s/i	I	<b>s/i</b>	s/i
LE 2210 (INIA TIJERETA)	IA	I	B	IA	<b>I-IA</b>	BI
LE 2245 (INIA GORRION)	I	I	I	I	<b>BI</b>	I
LE 2255 (INIA GAVILAN)	I	BI	IA	A	<b>BI</b>	I
LE 2271 (INIA TORCAZA)	BI	I	IA	I	<b>A</b>	IA
LE 2313 ( INIA GARZA)	I	IB	s/i	I	<b>B</b>	A
<b>CICLO INTERMEDIO A CORTO</b>						
BAGUETTE PREMIUM 11	I	I	s/i	IB	<b>I</b>	B
BAGUETTE PREMIUM 13	I	I	IB	IA	<b>A</b>	B
BIOINTA 1000	BI	IA	s/i	IA	<b>I-IA</b>	B
BIOINTA 1001	I	IA	s/i	I	<b>BI</b>	B
KLEIN DON ENRIQUE	IA	I	s/i	I	<b>A</b>	s/i
KLEIN CHAJA	IA	I	s/i	I	<b>BI</b>	BI
KLEIN FLECHA	BI	IB	s/i	B	<b>BI</b>	BI
INIA MIRLO	B	I	B	A	<b>A</b>	IB
LE 2249 (INIA CHURRINCHE)	I	I	I	I	<b>I</b>	BI
LE 2303 ( INIA TERO)	I	I	I	BI	<b>A</b>	B
LE 2310 (INIA CARANCHO)	I	I	I	IA	<b>IA</b>	IA
ONIX	B	A	IA	IB	<b>A</b>	B
SAFIRA (ORL 98204)	I	B	B	BI	<b>A</b>	B

Modificado de Castro *et al.*, 2006b

MH: Mancha de la hoja o septoriosis

MA/MP: Mancha amarilla o parda causada por *Drechslera tritici--repentis*

MM: Mancha marrón causada por *Bipolaris sorokiniana*

FUS: Fusariosis de la espiga, causada por *Fusarium* spp.

RH: Roya de la hoja causada por *Puccinia triticina*

OIDIO: Oídio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*

**A:** susceptibilidad alta; **I:** susceptibilidad intermedia; **B:** susceptibilidad baja

Normalmente, los materiales caracterizados como resistentes (B) o moderadamente resistentes (BI) no requieren aplicación de fungicidas para esa enfermedad en particular. Se debe tener en cuenta que como los cambios en el comportamiento varietal para las royas pueden ser abruptos, es importante estar familiarizado con la evolución del estado sanitario de los distintos cultivares durante la zafra.

## 2. Rendimiento potencial del cultivo

La aplicación del fungicida estará estrechamente relacionada al rendimiento esperado del cultivo. No es lo mismo decidir la aplicación en un cultivo con rendimiento esperado de 2000 kg/ha que de otro del cual se espera 4500-5000 kg/ha. En este último caso será en donde más fácilmente se decida realizar la aplicación.

## 3. Estado vegetativo

En el caso de las royas, las reducciones en rendimiento son mayores cuanto más temprano en el ciclo del cultivo se inicie el desarrollo de las mismas (Cuadro 3). Para obtener una acción eficaz del fungicida, es necesario que este sea aplicado temprano en el desarrollo de la epidemia. Debido a que las royas tienen un ciclo cada 7-10 días según las condiciones ambientales, es deseable que se realicen monitoreos semanales desde macollaje hasta grano acuoso para determinar el estado sanitario de los cultivos.

#### 4. Nivel de infección del cultivo comparado con los niveles críticos.

El nivel de infección del cultivo se obtiene mediante un monitoreo en 8-10 puntos de la chacra evaluando en cada punto 15 a 20 tallos por severidad y/o incidencia de la enfermedades presentes. Una vez obtenida esta información se debe comparar con el nivel crítico calculado para la chacra en cuestión.

El nivel crítico es el nivel de infección en el cual las pérdidas en rendimiento de grano igualan el costo de una aplicación de fungicida. Para determinar ese nivel crítico se utilizan las ecuaciones de pérdidas de rendimiento detalladas en el Cuadro 3 y se aplica la siguiente fórmula:

$$NC = \frac{(CP + CA) 100}{P * coef. * Re}$$

donde, *Re*: rendimiento esperado, *kg/ha*

*P*: precio de la cebada y/o trigo, *U\$S/kg*

*CP*: costo del fungicida, *U\$S/ha*

*CA*: costo de aplicación, *U\$S/ha*

*coef.*: coeficiente de pérdida de rendimiento por cada 1 % de severidad (o incidencia) de la enfermedad en cuestión (en negrita en ecuaciones del Cuadro 3)

Cuando los rendimientos alcanzables del cultivo y/o precios de cebada y trigo son altos, los niveles críticos, tanto medidos en términos de severidad como incidencia, son tan bajos que se acercan al momento de detección de los primeros síntomas.

Los niveles críticos se ofrecen como una guía y deben ser considerados en el contexto de los demás ítems antes mencionados y como una herramienta más disponible para decidir la aplicación.

#### 5. Eficiencia del fungicida

En el Cuadro 6 se presenta un resumen del comportamiento de distintos ingredientes activos y los correspondientes productos comerciales evaluados en INIA La Estanzuela en el período 1998-2006 para roya de hoja de cebada y de 1993-2006 para roya de la hoja de trigo. La eficiencia de control de la roya de la hoja de los diferentes productos disponibles (en las dosis recomendadas) en el mercado es variable para ambos cultivos.

**Cuadro 6.** Comportamiento de distintos fungicidas evaluados para el control de roya en cebada (1998-2006) y trigo (1993-2006) en INIA La Estanzuela.

Ingrediente activo ( <i>nombre comercial evaluado</i> )	ROYA DE LA HOJA - Trigo		ROYA DE LA HOJA- Cebada	
	Dosis (ml/ha)	E.C	E.C.	Dosis (ml/ha)
Carbendazim + epoxiconazol ( <i>Swing</i> )	1000	I	I	1000
Difenoconazol + propiconazol ( <i>Taspa</i> )	250	I	-	-
Metconazol ( <i>Caramba</i> )	1000	I/B	-	-
Propiconazol ( <i>Tilt</i> )	200-800	I-A*	I-A*	500
Tebuconazol ( <i>Folicur 430SC</i> )	450	I	I	450
Tebuconazol ( <i>Orius 250EW</i> )	500	I	I-A	750
Tebuconazol ( <i>Silvacur 250EW</i> )	625	I-A	I-A	750
Flusilazol + carbendazim ( <i>Fusión</i> )	800-1000	I-A	I	800-1000
Propiconazol + ciproconazol ( <i>Artea</i> )	400	I	I-A	400
Azoxistrobin + A.M. ( <i>Amistar + Nimbus</i> )	300	I-A	I-A	300
Azoxistrobin+ ciproconazol +A.M. ( <i>AmistarXtra+Nimbus</i> )	350	I-A	A	350
Trifloxistrobin + ciproconazol ( <i>Sphere</i> )	600	I	-	-
Piraclostrobin + epoxiconazol ( <i>Opera</i> )	1000	A	I-A	1000
Trifloxistrobin + propiconazol ( <i>Stratego</i> )	500	A	-	-
Kresoxim-metil + epoxiconazol ( <i>Allegro</i> )	1000	A	A	1000
Trifloxistrobin + tebuconazol ( <i>Nativo</i> )	800	I-A	A	800

Eficiencias de control: A: ALTA I: INTERMEDIA; B: BAJA

\* Datos no actualizados en las últimas zafas

## Resultados de ensayos de evaluación de fungicidas para roya de la hoja en cebada en el período 2004-2006 en La Estanzuela

En los años 2004 y 2005 se instalaron dos experimentos (uno por año, diseño de bloques al azar) con el cultivar susceptible a roya de la hoja Perún, sembrados el 17 de junio y 29 de junio, respectivamente. En el 2006 se sembró el cultivar susceptible a roya de la hoja INIA Ceibo (CLE 202) el 20 de mayo. La aplicación de fungicidas se realizó en base al criterio de nivel crítico de severidad (2% en el 2004, 1.5% en el 2005 y 6% en el 2006) y en todos los años al estado de comienzo de elongación (1-2 nudos, GS Zadoks 31-32). Los fungicidas se aplicaron con mochila de presión constante (CO<sub>2</sub>), con caudal 0.2 l/m y 3 bares de presión y se utilizaron picos de cono hueco (CJ03).

Las evaluaciones de enfermedades se realizaron al momento de la aplicación de los fungicidas y luego periódicamente en los momentos que se detallan en los cuadros 7, 8 y 9, en 2004, 2005 y 2006, respectivamente. En base a esta información se calculó para cada año y cada tratamiento, el área debajo de la curva del progreso de la roya de la hoja (AUDPC) y de otras enfermedades presentes, si ameritaba. A post-cosecha se realizaron determinaciones de rendimiento de grano (kg/ha), tamaño de grano (en base a clasificación de grano - % de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, y 4<sup>a</sup>) y peso de mil granos (g).

**Cuadro 7.** Severidad y área debajo de la curva de progreso de la roya de hoja, rendimiento en grano, porcentaje de granos mayores a 2.5 mm y peso de grano para distintos tratamientos de fungicidas evaluados en el **2004**

PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS (ml/ha)	RH <sup>1</sup>			AUDPC <sup>2</sup>	Rendimiento en grano (kg/ha)	1°+2° <sup>3</sup> (%)	PMG <sup>4</sup> (g)
		EV: HB-Aristas	EV: Ppio espigazón	EV: grano acuoso-lechoso				
Amistar+Nimbus	300+500	1.7 d <sup>5</sup>	2.6 b	15.8 cde	544.9 bcd	4080.9 a <sup>1</sup>	89.80 ab	37.41 a
AmistarXtra	350+500	1.6 d	2.8 b	13.5 e	489.7 cd	3952.9 a	91.49 a	37.99 a
Artea	400	3.0 cd	2.8 b	16.1 cde	595.7 bcd	4030.1 a	86.03 bc	36.16 bc
Opera	1000	7.6 abc	4.1 b	14.6 de	711.0 bcd	3908.8 a	89.68 ab	37.30 ab
Allegro	1000	4.4 bcd	1.8 b	19.1 cde	645.5 bcd	3908.8 a	90.13 ab	37.84 a
Silvacur+Flint	480+120	1.4 d	0.6 b	13.5 e	401.7 d	4107.4 a	91.30 a	37.88 a
Experimental A	500	3.0 cd	3.6 b	24.8 bc	846.0 bc	3927.9 a	91.14 a	37.11 ab
Experimental A	750	3.0 cd	1.3 b	21.4 cde	671.7 bcd	3762.5 ab	90.26 ab	37.91 a
Fusión	800	5.6 bcd	4.6 b	23.6 bcd	891.7 b	3366.2 c	84.61 c	35.28 c
Fusión	1000	2.0 d	2.5 b	23.6 bcd	725.0 bcd	3451.5 bc	85.05 c	35.71 c
<b>TESTIGO<sup>6</sup></b>	-	<b>12.0 a</b>	<b>20.0 a</b>	<b>34.9 a</b>	<b>1882.1 a</b>	<b>2961.8 d</b>	<b>70.33 d</b>	<b>33.06 d</b>
P>F		0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

<sup>1</sup> Severidad media (%) de roya de hoja

<sup>2</sup> Área debajo de la curva de progreso de roya de hoja

<sup>3</sup> Clasificación de 1°+2°

<sup>4</sup> Peso de mil granos

<sup>5</sup> Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por mínima diferencia significativa (MDS) al 0.05

<sup>6</sup> Testigo sin aplicación de fungicida

**Cuadro 8.** Severidad y área debajo de la curva de progreso de la roya de hoja, rendimiento en grano, porcentaje de granos mayores a 2.5 mm y peso de grano para distintos tratamientos de fungicidas evaluados en el **2005**.

PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS (ml/ha)	RH <sup>1</sup>			AUDPC <sup>2</sup>	Rendimiento en grano (kg/ha)	1°+2° <sup>3</sup> (%)	PMG <sup>4</sup> (g)
		EV: Ppio espigazón	EV: ¾ grano-G. acuoso	EV: grano lechoso-lechoso-pastoso				
Experim. B	1000	0.3 b <sup>5</sup>	3.3 bc	6.0 b	238.8 bc	5597.7 ab	96.29 bc	43.75 ab
Allegro	1000	0.0 b	0.9 c	3.2 b	74.1 c	5871.9 ab	97.62 abc	46.06 a
Opera	1000	0.0 b	3.2 bc	5.3 b	213.7 bc	6046.1 ab	97.19 abc	44.63 ab
Supreme	1000	0.8 b	2.3 bc	5.0 b	200.6 bc	5474.2 ab	97.72 ab	45.75 ab
Supreme	750	0.3 b	2.6 bc	5.9 b	200.9 bc	5813.3 ab	97.83 ab	45.68 ab
Experim. C	750	0.0 b	2.0 bc	5.0 c	151.0 c	6451.6 a	98.06 a	44.79 ab
Swing	1000	0.0 b	3.7 bc	4.5 c	138.9 c	5745.3 ab	97.30 abc	45.69 ab
Silvacur	750	0.0 b	1.9 bc	5.1 c	144.7 c	5767.2 ab	97.87 ab	44.59 ab
Orius	750	0.0 b	1.8 bc	4.8 c	139.2 c	6244.5 a	97.72 ab	45.79 a
<b>TESTIGO<sup>6</sup></b>	-	<b>5.4 a</b>	<b>13.1 a</b>	<b>27.8 a</b>	<b>1174.6 a</b>	<b>5139.1 b</b>	<b>96.01 c</b>	<b>42.81 b</b>
P>F		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0072	0.0009	0.0122

<sup>1</sup> Severidad media (%) de roya de hoja

<sup>2</sup> Área debajo de la curva de progreso de roya de hoja

<sup>3</sup> Clasificación de 1°+2°

<sup>4</sup> Peso de mil granos

<sup>5</sup> Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por Tukey al 0.05

<sup>6</sup> Testigo sin aplicación de fungicida

**Cuadro 9.** Severidad y área debajo de la curva de progreso de la roya de hoja, rendimiento en grano y porcentaje de granos mayores a 2.5 mm para distintos tratamientos de fungicidas evaluados en el 2006.

PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS (ml/ha)	RH <sup>1</sup>			AUDPC <sup>2</sup>	Rendimiento en grano (kg/ha)	1°+2° <sup>3</sup> (%)
		EV: 3-4 nudos	EV: Hoja bandera a Ppio espig.	EV: 3/4 grano a g. acuoso			
Experim. B	800	4.95 b <sup>4</sup>	31.5 b	80.8 ab	3449.8 b	2139 bc	22.23 b
Experim. B	1000	3.90 b	13.9 c	63.0 bcd	2730.4 c	2121 bc	28.45 ab
Allegro	1000	4.95 b	2.7 d	38.3 ef	1857.8 de	2695 ab	35.23 a
Opera	1000	3.75 b	7.1 cd	67.5 abc	2657.8 c	2702 ab	30.02 ab
Swing	1000	4.95 b	11.7 cd	55.5 cde	2498.7 cd	2366 abc	25.71 ab
Nativo	800	4.20 b	3.4 cd	29.3 f	1672.4 e	2767 a	30.13 ab
Silvacur	750	5.40 b	4.2 cd	40.5 def	1947.5 de	2671 abc	25.99 ab
Orius	750	5.40 b	9.1 cd	54.0 cde	2365.7 cd	2638 abc	25.73 ab
<b>TESTIGO<sup>5</sup></b>	-	<b>26.00 a</b>	<b>51.3 a</b>	<b>90.0 a</b>	<b>4300.0 a</b>	<b>2102 c</b>	<b>24.83 ab</b>
<i>P&gt;F</i>		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0805

<sup>1</sup> Severidad media (%) de roya de hoja

<sup>2</sup> Área debajo de la curva de progreso de roya de hoja

<sup>3</sup> Clasificación de 1°+2°

<sup>4</sup> Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por Tukey al 0.05

<sup>5</sup> Testigo sin aplicación de fungicida

En el 2004, la infección de roya de la hoja fue intermedia a alta mientras que fue intermedia en el 2005 y alta a muy alta en el 2006, debido a las condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad desde etapas tempranas del cultivo (ver testigos sin aplicación de fungicida en cada año). En función de los niveles de roya de hoja alcanzados cada año, se pueden observar diferencias en las eficiencias de control absolutas de cada fungicida en cada situación así como de su residualidad.

La metodología de estos ensayos evalúa el comportamiento de los distintos fungicidas mediante una única aplicación a nivel crítico. Con niveles intermedios de roya de hoja como los registrados en el 2005 en el ensayo, no hubiera sido necesaria una segunda aplicación. Sin embargo, cuando la infección es más elevada en algunos tratamientos hubiera sido necesaria una segunda aplicación. Por ejemplo, en el año 2004 (infección intermedia a alta), sólo un grupo reducido de tratamientos hubiera requerido una segunda aplicación, en el entorno a espigazón, mientras que con una presión tan alta de roya de hoja como la registrada en el 2006 y para el cultivar INIA Ceibo, en la mayoría de los tratamientos hubiera sido necesaria la segunda aplicación, también en el entorno de espigazón, con el fin de asegurar un llenado de grano adecuado. La falta de esta aplicación se evidenció en los tamaños de grano muy bajos y por lo tanto en los rendimientos de grano reducidos (Cuadro 9).

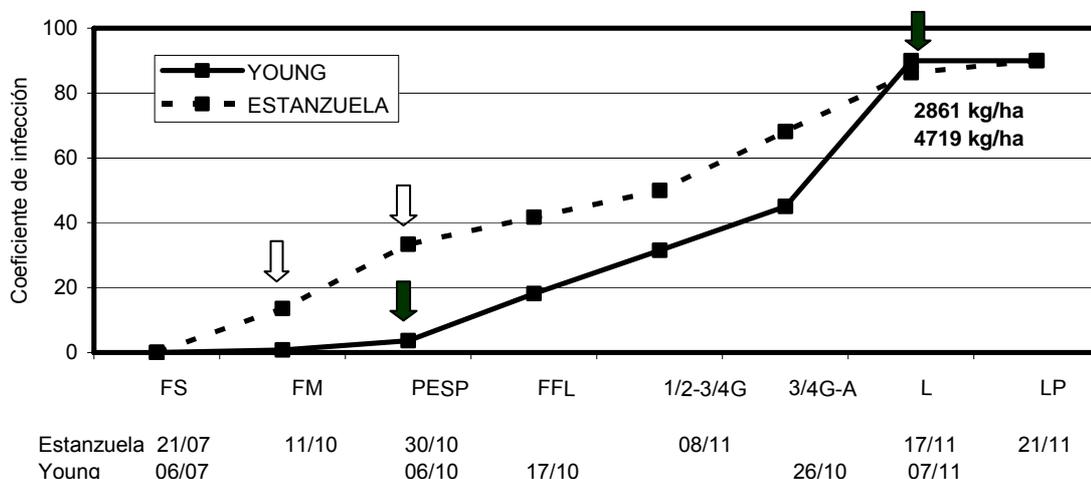
### Resultados de ensayos de evaluación de fungicidas para roya de la hoja en trigo en La Estanzuela y Young en la zafra 2006

Los experimentos se instalaron con el cultivar susceptible a roya de la hoja INIA Tero, en Estanzuela y Young para poder tener más repeticiones y detectar las diferencias entre el comportamiento del cultivar y el desarrollo de la enfermedad al norte y al sur del país. En LE se sembró el 21/07/2006 y en Young el 06/07/2006. En Estanzuela se aplicó herbicida (10/10/06), Glean en la dosis 20 g/ha; de acuerdo a los análisis de suelo y planta se aplicó 70 kg. de urea/ha el 15/08. En Young se aplicó Round Up el 06/07 en la dosis de 6 lts/ha y 2-4D amina+Tordón el 24/08 en la dosis de 0.8+0.1 lts/ha. Se fertilizó con 120 kg/ha de fosfato de amonio el 18/07. El diseño de los ensayos fue de bloques al azar con cuatro repeticiones, con tamaño de parcela de 6 surcos de 5 m de largo, a 16 cm de distancia. La aplicación de fungicidas se hizo en el estado de fin de macollaje (Z30) el 11/10, con 10-15 S-MS de roya de la hoja ( pasado el nivel crítico de aplicación: 5 %), con mochila de presión constante y picos de cono hueco, caudal de 0.2 l/min., a 3 bares de presión en Estanzuela y en Young en el estado de principio de espigado (Z61) el 06/10, con 4 S-MS de roya (nivel crítico de aplicación recomendado), con el mismo equipo. Se cosecharon 6 surcos por 5 m de largo (4.8 m<sup>2</sup>), el 22/12 en Estanzuela y el 01/12 en Young. Los ensayos se implantaron bien, y el desarrollo de *P. triticina* fue muy bueno, lo que permitió una muy buena evaluación de los fungicidas y estimación de los rendimientos en ambos ensayos. Las evaluaciones realizadas en Estanzuela fueron cuatro, el 30/10 al estado de principio de espigado (PESP), el 08/11 al estado de ¾ grano (3/4G), el 17/11 al estado de lechoso (L) y el 21/11 al

estado de lechoso-pasta (LP). Se estimó el rendimiento (kg./ha), peso hectolítrico (kg./hl), peso de 1000 granos (g), proteína (%). Se calculó el área debajo de la curva del progreso de la roya, menor área significa menor desarrollo de la enfermedad. Las mismas actividades se realizaron en el ensayo de Young solo que las evaluaciones fueron el 17/10 al estado de fin de floración (FFL), 26/10 al estado de ¾ grano-acuoso (3/4G-A) y el 07/11 en el estado de lechoso (L).

Las condiciones del año fueron muy favorables para el desarrollo de la enfermedad y ambos ensayos presentaron una alta infección de roya de la hoja sin interferencias con otras enfermedades. En Young se sembró el 6 de julio y la roya apareció alrededor de principio de espigazón el 6 de octubre. En Estanzuela el ensayo se sembró el 21 de julio 15 días más tarde y a fines de macollaje el 11 de octubre, momento de la aplicación ya había alcanzado una infección del orden del 10-15 S-MS. La parcela sin tratar alcanzó un rendimiento de 2861 kg/ha en Estanzuela mientras que en Young el rendimiento fue de 4719 kg/ha. Dos factores pueden explicar estas diferencias: el ataque de roya de la hoja más temprano en Estanzuela y la falta de agua que afectó al ensayo en sur. Fig. 1.

**Figura 1.** Desarrollo de la roya de la hoja en INIA Tero en los testigos sin tratar de los ensayos de prueba de fungicidas en Estanzuela y Young, zafra 2006



Los resultados de las evaluaciones de la roya de la hoja (coeficiente de infección), así como el rendimiento en kg/ha, peso hectolítrico (kg/hl), peso de 1000 granos (g) y % de proteína en Estanzuela se presentan en los Cuadros 10a y 10b.

**Cuadro 10a.** Tratamientos y evaluaciones de roya de la hoja en ensayo de prueba de fungicidas en Estanzuela, zafra 2006.

Tratamiento	Fungicida	Coad.	CIRH2-PESP		CIRH3-3/4G		CIRH4-L		CIRH5-LP		EFICIENCIA CONTROL	AUDPC RH	EFICIENCIA CONTROL	
	Dosis cc/há	cc/ 100 l	30/10/2006		08/11/2006		17/11/2006		21/11/2006					
Experimental 1	800 + 240		13.5	B	40.0	B	75.0	BC	85.0	AB	5.6	1334.8	B	25.3
Experimental 2	1000 + 240		10.8	BCD	38.8	B	77.5	B	87.5	AB	2.8	1307	BC	26.8
Swing + Plurofac	1000 + 100		7.0	DE	26.3	C	70.0	C	80.0	B	11.1	1077.2	D	39.7
Allegro + Plurofac	1000 + 100		2.0	F	8.8	D	36.5	F	70.0	C	22.2	611.95	E	65.7
Opera + Plurofac	1000 + 100		1.7	F	8.5	D	41.5	EF	65.0	C	27.8	627.65	E	64.9
Folicur + Silwet	450	50	12.6	BC	38.8	B	77.5	B	82.5	AB	8.3	1321.85	BC	26.0
Nativo + Optimizer	800 + 500		4.5	EF	23.8	C	62.5	D	80.0	B	11.1	971.3	D	45.6
Artea + Silwet	400	50	9.0	CD	38.8	B	70.0	C	80.0	B	11.1	1218.05	C	31.8
Amistar + Nimbus	300 + 500		1.4	F	11.3	D	45.0	E	70.0	C	22.2	681.65	E	61.8
Amistar + Nimbus (2)	200 + 500		1.2	F	0.8	E	0.8	G	0.8	D	99.1	159.68	F	91.1
Amistar Xtra + Nimbus	350 + 500		2.5	F	8.5	D	41.5	EF	65.0	C	27.8	639.2	E	64.2
TESTIGO			33.4	A	50.0	A	86.3	A	90.0	A	0.0	1786.18	A	0.0
Media			8.3		24.5		57.0		71.3			978.0		
C.V.			37.6		18.4		8.7		8.1			8.3		
M.D.S. (P<0.05)			4.5		6.5		7.1		8.3			116.5		

CIRH: coeficiente de infección de roya de hoja

PESP: principio de espigado, 3/4G: tres cuarto de grano, L: lechoso, LP: lechoso-pasta

AUDPC RH: Área debajo de la curva de progreso de roya de hoja

M.D.S.: mínima diferencia significativa

Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por M.D.S. al 0.05

Testigo: Testigo sin fungicida

**Cuadro 10b.** Tratamientos y rendimiento (kg/ha), peso hectolítrico (kg/hl), peso de 1000 granos (g) y % de proteína en ensayo de prueba de fungicidas en Estanduela, zafra 2006

Tratamiento	Fungicida	Coad.	REND		P.H.		P.M.G.		PROT.	
	Dosis cc/há	cc/ 100 l	kg/ha		kg/hl		g		%	
Experimental 1	800 + 240		2957	FG	75.6	B	24.6	B	11.1	ABC
Experimental 2	1000 + 240		3420	CDEF	75.7	B	25.5	B	11.2	ABC
Swing + Plurofac	1000 + 100		3218	EFG	75.5	B	23.8	B	11.5	ABC
Allegro + Plurofac	1000 + 100		3830	BCD	76.6	B	25.8	B	11.4	ABC
Opera + Plurofac	1000 + 100		3944	BC	76.5	B	32.1	A	11.6	AB
Folicur + Silwet	450	50	3555	BCDE	75.8	B	24.5	B	10.8	BC
Nativo + Optimizer	800 + 500		3432	CDEF	76.0	B	23.8	B	11.6	A
Artea + Silwet	400	50	3357	DEFG	75.8	B	25.0	B	10.7	C
Amistar + Nimbus	300 + 500		3529	BCDE	75.7	B	25.8	B	11.3	ABC
Amistar + Nimbus (2)	200 + 500		5460	A	78.0	A	30.8	A	11.5	ABC
Amistar Xtra + Nimbus	350 + 500		4037	B	76.0	B	25.8	B	11.4	ABC
TESTIGO			2861	G	76.3	B	25.5	B	11.3	ABC
Media			3633.3		76.1		26.1		11.3	
C.V.			10.6		1.3		12.3		3.2	
M.D.S. (P<0.05)			553.4		1.4		4.6		0.8	

M.D.S.: mínima diferencia significativa

Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por M.D.S. al 0.05

Testigo: Testigo sin fungicida

El ensayo en Estanduela se implantó relativamente bien (suelo en condiciones regulares), y debió soportar falta importante de agua en los meses de julio, agosto y setiembre. La infección de roya de la hoja en cv. INIA Tero comenzó muy temprano antes de fin de macollaje y alcanzó niveles de 90S producto de su susceptibilidad a las razas del patógeno presentes y de las condiciones ambientales, Cuadro 10a. Esto determinó que el mejor tratamiento fuera la doble aplicación de fungicida, excepcional en el ensayo, dicho tratamiento fue el que rindió más (5460 kg/ha), presentó el más alto peso hectolitro y de 1000 granos. El rendimiento normal de la variedad en un período de 3 años (2003 al 2005), sin grandes problemas sanitarios, osciló entre 7194 y 4245 kg/ha con una media de 5733 kg/ha, Verges, 2006. Los restantes tratamientos debieron haberse repetido al reiniciarse el proceso de infección, detenido por la aplicación del 11 de octubre, Cuadro 10b. La residualidad de los productos probados varió desde 19 días hasta 28 días, como mínimo, lo que en un año tan favorable a la enfermedad demuestra la alta eficiencia de algunos de los fungicidas probados.

Los resultados de las evaluaciones de la roya de la hoja (coeficiente de infección), así como el rendimiento en kg/ha, peso hectolítrico (kg/hl), peso de 1000 granos (g) y % de proteína en Young se presentan en los Cuadros 11a y 11b.

**Cuadro 11a.** Tratamientos y evaluaciones de roya de la hoja en ensayo de prueba de fungicidas en Young, zafra 2006.

Tratamiento	Fungicida	Coad.	CIRH2-FFL		CIRH3-3/4G-A		CIRH4-L		EFICIENCIA		AUDPC RH		EFICIENCIA	
	Dosis cc/há	cc/ 100 l	17/10/2006		26/10/2006		07/11/2006		CONTROL		CONTROL		CONTROL	
Experimental 1	800 + 240		6.6	B	12.4	B	38.3	B	57.5	445.3	B	63.3		
Experimental 2	1000 + 240		2.4	C	6.4	CD	29.3	C	67.5	285.8	D	76.5		
Swing + Plurofac	1000 + 100		1.8	C	4.4	DEF	14.6	D	83.8	171.0	E	85.9		
Allegro + Plurofac	1000 + 100		1.7	C	1.7	EF	9.7	DE	89.3	112.7	EF	90.7		
Opera + Plurofac	1000 + 100		1.5	C	1.2	F	5.2	E	94.3	78.0	F	93.6		
Folicur + Silwet	450	50	3.3	C	8.4	C	37.1	B	58.8	363.3	C	70.1		
Nativo + Optimizer	800 + 500		2.8	C	4.0	DEF	13.5	D	85.0	170.1	E	86.0		
Artea + Silwet	400	50	1.9	C	5.5	CDE	33.8	BC	62.5	298.5	CD	75.4		
Amistar + Nimbus	300 + 500		1.2	C	0.5	F	4.3	E	95.3	62.2	F	94.9		
Amistar + Nimbus (2)	200 + 500		1.3	C	0.8	F	12.4	D	86.3	115.5	EF	90.5		
Amistar Xtra + Nimbus	350 + 500		0.8	C	0.6	F	4.7	E	94.8	62.5	F	94.9		
TESTIGO			18.1	A	45.0	A	90.0	A	0.0	1213.6	A	0.0		
Media			3.6		7.6		24.4			281.5				
C.V.			48.0		36.0		20.1			18.1				
M.D.S. (P<0.05)			2.5		3.9		2.0			73.5				

CIRH: coeficiente de infección de roya de hoja

FFL: fin floración, 3/4G-A: tres cuarto de grano-acuoso, L: lechoso

AUDPC RH: Área debajo de la curva de progreso de roya de hoja

M.D.S.: mínima diferencia significativa

Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por M.D.S. al 0.05

Testigo: Testigo sin fungicida

**Cuadro 11b.** Tratamientos y rendimiento (kg/ha), peso hectolítrico (kg/hl), peso de 1000 granos (g) y % de proteína en ensayo de prueba de fungicidas en Young, zafra 2006

Tratamiento	Fungicida	Coad.	REND		P.H.		P.M.G.		PROT.	
	Dosis cc/há	cc/ 100 l	kg/ha		kg/hl		g		%	
Experimental 1	800 + 240		4977.5	FG	83.9	C	30.6	D	11.4	ABC
Experimental 2	1000 + 240		5467.0	E	84.2	BC	31.5	D	11.2	BC
Swing + Plurofac	1000 + 100		5915.3	CD	85.0	AB	33.8	ABC	11.7	AB
Allegro + Plurofac	1000 + 100		6472.3	AB	84.8	AB	34.2	AB	11.6	AB
Opera + Plurofac	1000 + 100		6721.0	A	85.0	AB	35.5	A	12.0	A
Folicur + Silwet	450	50	5314.3	EF	83.9	C	30.8	D	11.3	BC
Nativo + Optimizer	800 + 500		6234.8	BC	84.8	AB	33.4	BC	11.5	ABC
Artea + Silwet	400	50	5652.0	DE	84.2	BC	32.1	CD	11.3	BC
Amistar + Nimbus	300 + 500		6450.0	AB	84.5	ABC	34.0	AB	11.7	AB
Amistar + Nimbus (2)	200 + 500		6510.8	AB	84.9	AB	35.4	A	11.7	AB
Amistar Xtra + Nimbus	350 + 500		6717.3	A	85.1	A	35.0	AB	11.9	AB
TESTIGO			4718.8	G	82.9	D	30.7	D	10.9	C
Media			5929.2		84.4		33.1		11.5	
C.V.			4.8		0.7		3.7		2.7	
M.D.S. (P<0.05)			407.1		0.8		1.8		0.7	

M.D.S.: mínima diferencia significativa

Valores de medias seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes por M.D.S. al 0.05

Testigo: Testigo sin fungicida

En Young, el ensayo se implantó muy bien (mejores condiciones del suelo que en Estanzuela) y la falta de agua no fue tan extrema. El nivel crítico de infección de la enfermedad fue alcanzado más tardíamente que en la Estanzuela, en el estado de principio de espigazón (Z61) el 06/10 (4 S-MS de roya), antes en la fecha pero por su siembra más temprana en un estado vegetativo más avanzado. En esta situación los fungicidas más eficientes con una sola aplicación no difirieron significativamente de la doble aplicación en cuanto a rendimiento en kg/ha (6721-6450 kg/ha), ni peso hectolítrico, ni peso de 1000 granos, indicando que con una aplicación se pudo controlar la enfermedad muy eficientemente. La residualidad de los productos probados en Young varió entre 11 días y 32 días.

Con los productos usados en éstos ensayos sobre el cv. I. Tero y aplicaciones con mochila de presión constante y picos de cono hueco, caudal de 0.2 l/min., a 3 bares de presión y 80 ltrs de agua /ha, en Estanzuela con infecciones tempranas fueron necesarias dos aplicaciones para controlar la enfermedad, el rendimiento llegó a 5460 kg/ha con un peso hectolítrico de 78.0 kg/hl y peso de 1000 granos de 30.8 g., mientras que en Young con infecciones más tardía una sola aplicación controló la enfermedad y el rendimiento llegó a 6721 kg/ha con un peso hectolitrito de 85.0 kg/hl y peso de 1000 grano a 35.5 g.

### Consideraciones finales

La decisión de aplicar fungicidas en cebada y trigo es un proceso en el que se deben tener en cuenta el mayor número posible de los factores antes considerados. En muchas ocasiones, la simplificación por la falta de tiempo lleva a realizar aplicaciones muy tempranas o demasiado tardías como para obtener una respuesta conforme a la inversión que se realizó. Actualmente, contamos con algunas herramientas que permiten realizar la aplicación de fungicidas en forma más objetiva. Finalmente, para lograr un cultivo que pueda expresar su máximo potencial se debe implementar siempre un manejo integrado de todas las medidas disponibles, realizadas en forma oportuna y eficiente.

### Literatura consultada

Castro, M.; Pereyra, S.; Germán, S.; Vázquez, D. 2006a. II. Resultados experimentales de evaluación de cultivares de cebada cervecera período 2003-2004-2005. In Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colza de los tres últimos años para el registro nacional de cultivares. Período 2003-2004-2005. Resultados Experimentales N° 4. Uruguay, 20 de abril de 2006 p. 19-26

- Castro, M.; Díaz, M.; Germán, S.; Vázquez, D. 2006b. II. Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo período 2003-2004-2005. **In** Resultados experimentales de evaluación de trigos, cebadas y colza de los tres últimos años para el registro nacional de cultivares. Período 2003-2004-2005. Resultados Experimentales N° 4. Uruguay, 20 de abril de 2006 p. 2-16
- Germán S. 2006. Profundizando sobre las royas de la hoja de trigo y cebada: disminución de riesgos en el cultivo mediante una diversificación efectiva de las variedades disponibles. Revista INIA N° 7, junio 2006. p.15-16
- Germán S., Díaz M., Pereyra S., Castro M. 2005. Roya de la hoja y oídio de trigo y cebada. Jornada de Cultivos de Invierno 2005. Serie Actividades de Difusión INIA N°404, abril 2005. p. 10-21.
- Pereyra, S. 1996. Estrategias para el control químico de enfermedades en cebada. Boletín de Divulgación N°57. 20p.
- Pereyra, S.; Díaz de Ackermann, M. y Germán, S. 2007. Trigo y cebada: Planifique el manejo sanitario antes de la siembra. Revista INIA N°10, Abril 2007. p. 19-23.

# INTERACCIÓN DE LA RESPUESTA A N CON EL ATAQUE DE ROYA DE HOJA EN TRIGO

Adriana García Lamothe<sup>1</sup>  
Martha Díaz de Ackermann<sup>2</sup>

## Introducción

El rendimiento del trigo está formado por dos grandes componentes: la cantidad de granos por unidad de superficie, determinada por espigas/m<sup>2</sup>, espiguillas/espiga y granos/espiguilla, y el peso de los granos. Con adecuado suministro de N se puede aumentar todos los componentes pero el efecto sobre el peso del grano es menos probable porque es muy afectado por las condiciones ambientales en el llenado del grano.

Los trigos aptos para producción intensiva son aquellos con un alto potencial que hace económico el mayor uso de insumos. El Nitrógeno (N) es probablemente el insumo de más peso en la estructura de costos y con tendencia a aumentarlo, pues el costo de la unidad de N está ligado al del petróleo. Si bien la relación de precios insumo:producto de 4 (histórica) a casi 7 actualmente, cuando el cultivo se maneja bien, el uso de dosis óptimas de N aumenta el margen bruto/ha y produce una calidad superior del grano.

En sistemas intensivos manejar correctamente al cultivo implica procurar que se exprese su potencial de rendimiento pues es la forma que el sistema sea rentable. En ese caso las condiciones ambientales no controlables, establecerían el límite o techo al rendimiento. Entre las variables de manejo más importantes está la elección de la variedad. Idealmente debería ser resistente a enfermedades puesto que las pérdidas más importantes en productividad del trigo en Uruguay son atribuibles a ellas. Los programas de mejoramiento generan variedades resistentes, no obstante, en el caso de las royas al cambiar continuamente la prevalencia de razas, es casi inevitable recurrir al uso de fungicidas.

## Estado nutricional del trigo y la incidencia de enfermedades

La resistencia de una planta radica en la capacidad de impedir que un patógeno penetre los tejidos y se desarrolle. La tolerancia en cambio, es la capacidad de mantener el rendimiento a pesar de la invasión del patógeno. Ambas características están genéticamente controladas, no obstante, el estado nutricional de la planta puede afectarlas. Han sido propuestos diferentes mecanismos que explican esta interacción (Marschner,1995), por ejemplo, efectos sobre el patrón de crecimiento, la morfología de las plantas, cambios anatómicos (con N en exceso los tejidos son más tiernos y fáciles de penetrar), y cambios metabólicos, como el aumento de aminoácidos libres, azúcares, lignina, fenoles. La síntesis de esos dos últimos es importante para la resistencia a patógenos (Graham y Webb,1991).

Aunque sería de esperar que una planta bien nutrida esté menos predispuesta a ser afectada por enfermedades, puede no ser así, en parte porque los requerimientos de los organismos que las provocan son diferentes.

Para el caso de la interacción entre N disponible e incidencia de enfermedades de trigo, esta puede ser positiva o negativa según el tipo de patógeno. La concentración de aminoácidos y azúcares en las células vegetales que ocurre con alta disponibilidad de N, es un factor que se sabe promueve la invasión y el desarrollo de parásitos obligados como el Oídio y la Roya, pues requieren células vivas y a su huésped vivo para sobrevivir.

Cuando el N es abundante los tejidos viven más tiempo, el reciclaje y movimiento de sustancias solubles son altos y es justo lo que favorece a los hongos.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. M. Sc. Suelos. Programa Cultivos de Secano. INIA La Estanzuela.

<sup>2</sup> Ing. Agr. M. Sc. Protección Vegetal. Programa Cultivos de Secano. INIA La Estanzuela.

Los parásitos facultativos suelen en cambio, atacar plantas débiles, fáciles de matar, sobreviviendo en sus restos. En ese caso un buen estado nutricional puede inhibir el desarrollo de la infección (ej. bacteriosis).

A pesar de estas diferencias el efecto de las enfermedades es por lo general acortar la duración del área foliar y consecuentemente disminuir el rendimiento.

## **Antecedentes**

En La Estanzuela en 1985 se empezó a estudiar la interacción N x fungicida con E. Cardenal, en esa época l cultivar más promisorio para manejo intensivo. Dos eran las enfermedades más frecuentes: la Roya de Hoja y la Septoriosis. En ese cultivar y posteriormente en otros susceptibles, se determinó una interacción muy significativa entre protección con fungicida y la respuesta a la fertilización nitrogenada en la mayoría de los años en que la Roya prevaleció entre las enfermedades. En algunos casos no hubo interacción pero igualmente la presencia de la enfermedad hizo que el efecto de la protección con fungicida fuese altamente significativo.

El control de la enfermedad siempre incrementó el rendimiento en grano de cultivares susceptibles o medianamente susceptibles en ambientes propicios para el desarrollo de hongos. La severidad del ataque de Roya de Hoja y el efecto sobre el cultivo fue relevante en el 50 % de los años, produciendo mermas de más de 30 % en rendimiento y hasta el 50 %. No obstante, todos los cultivares pudieron ser manejados exitosamente con la aplicación de fungicida (García Lamothe, 1997, 2004).

El objetivo de este trabajo es presentar información respecto al efecto del ataque de Roya de Hoja sobre la respuesta en rendimiento a la fertilización nitrogenada los últimos tres años (2004-2006), dos de ellos con promedio nacional record para el cultivo, pero donde se observó severidad importante de la enfermedad en varias situaciones.

## **Materiales y métodos**

La información analizada se genera año a año en La Estanzuela en experimentos de Tecnología para Alto Rendimiento. Allí se instalan con SD dos experimentos por año, uno con trigos de ciclo largo y otro de ciclo intermedio-corto. En los dos últimos años la siembra de los ciclos cortos se retrasó debido a condiciones ambientales adversas (figura 1), la emergencia fue lenta, las poblaciones obtenidas más bajas que las objetivo (se siembran 300 s. viables/m<sup>2</sup>), y el desarrollo inicial de plántulas fue muy afectado, por lo que no se alcanzó el potenciales de esos materiales.

El control de malezas se hace siempre temprano y con la pretensión de que sea total. En general se siembra sobre residuos de gramínea forrajera desecada con glifosato por lo menos uno o dos mes previo a la siembra.

El muestreo de suelos anterior a la siembra dio bajo PMN ( $\leq$  a 30 ppm de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y baja concentración de nitrato ( $\leq$  a 10 ppm) en los 3 años, y no fue limitante ninguno de los otros macro nutrientes.

Un factorial combinando niveles de N, protección con fungicidas y cultivares se usa para estudiar el efecto de las variables y sus interacciones, y un diseño experimental de parcelas divididas y sub-subdivididas en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La parcela principal está constituida por las dosis de N, las subparcelas por los tratamientos de control con fungicida, y los cultivares se siembran en las sub-subparcelas.

Los niveles de N (4) varían según el año, en base al diagnóstico de suelo y plantas. Los testigos no reciben N y dosis mayores a 50-60 kg deN/ha se aplican fraccionadas, máximo esa cantidad de N a 3-4 hojas y el resto al inicio del encañado. Las dosis más altas aplicadas son 180-200 kg/ha.

Los tratamientos de protección: 1) sin protección, 2) uso estratégico de fungicidas en función al umbral de infección, sanidad del cultivar y condiciones ambientales, y 3) protección total con fungicidas,

aplicaciones sistemática desde 2-3 nudos y cada 3-4 semanas para controlar enfermedades foliares, y a floración para controlar Fusarium.

Los cultivares o líneas avanzadas se eligen principalmente por su potencial y se procura que haya materiales de diferente susceptibilidad a enfermedades. En el cuadro 1 se indica los sembrados los últimos 3 años y su susceptibilidad a Roya de Hoja (inf.2007).

2004		2005		2006	
Ciclo Largo	Ciclo corto-Intermedio-	Ciclo Largo	Ciclo corto-Intermedio	Ciclo Largo	Ciclo corto-Intermedio
I.Torcaza	I. Churrinche	I. Torcaza	I. Churrinche	I.Torcaza	I. Churrinche
I.Gorrión,	Baguette 13	Baguette 10	Onix	I. Gorrión	I. Tero
Baguette 10	Onix.	I.Garza	I. Tero	I. Garza	I. Carancho
I.Tijereta		Le 2330	I. Carancho	Le2330	I. Don Alberto
			I. Don Alberto		I. Carpintero
			I. Carpintero		Le2332
			Le2332		Le2343

Ciclo Largo		Ciclo Intermedio-Corto	
Cultivar	RH	I. Churrinche	I
I.Torcaza*	A	Baguette 13	A
I.Tijereta	IA	Onix.	A
I.Gorrión,	I	I. Tero	A
Baguette 10	A	I. Carancho	IA
I.Garza	B	I. Don Alberto	B
Le 2330	I	Le2332	I
		I. Carpintero	B
		Le2343	I

**Cuadro 1.** Cultivares de ciclo largo e intermedio-corto e información susceptibilidad a Roya de Hoja según información actual (\*< en el 2004)

## Resultados y Discusión:

Las temperaturas mínimas y máximas y las precipitaciones (media decádica por mes) durante el ciclo de los cultivos se presenta en la figura 1.

Tal vez la mayor diferencia entre el 2004 y los dos años siguientes, es la magnitud y distribución de las precipitaciones. En el 2004 no hubo exceso de agua a la siembra sino al contrario, pudo también haber habido déficit previo a floración en algunos casos.

El exceso hídrico en el suelo a la siembra afectó a los ciclos cortos el 2005 y 2006. Es probable que los cultivos hayan sufrido periodos breves de anaerobiosis (3 o 4 días) por anegación del suelo, lo que pudo haber impedido el desarrollo de las raíces seminales del trigo. En esa situación se restringe la absorción de nutrientes y aunque posteriormente vuelva el suelo a su condición normal, la masa de raíces seminales no se recupera 100 % porque mueren ápices. El resultado es un volumen final menor de raíces que puede llegar a hipotecar la capacidad de absorber agua y nutrientes posterior y por lo tanto el potencial del cultivo.

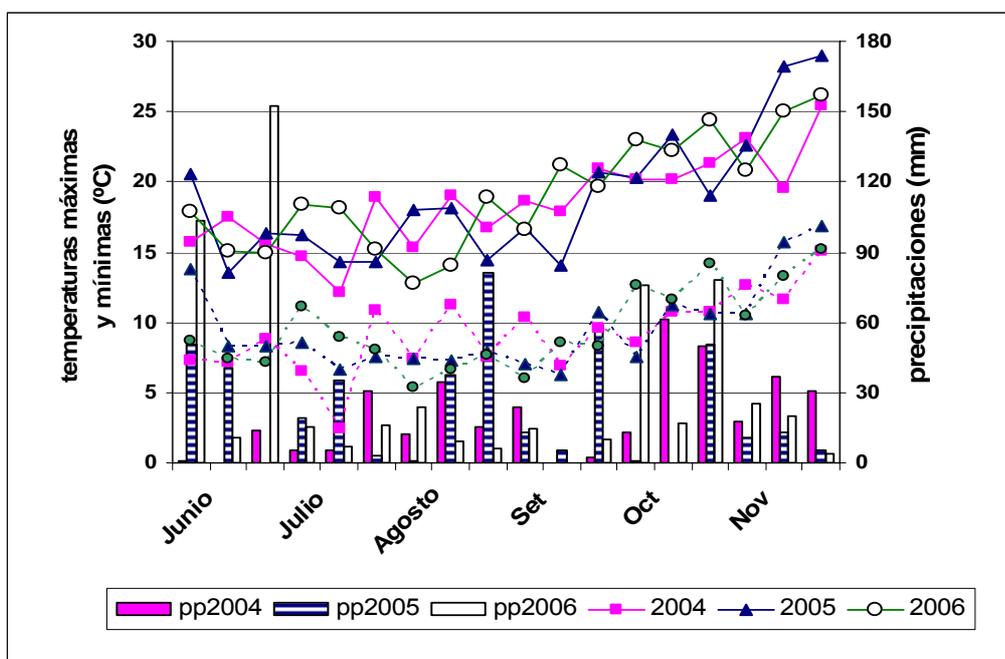


Figura 1. Condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo

AÑO 2004	CICLO LARGO			CICLO INTERMEDIO		
Fuente	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Nitrógeno (N)	3	526.65	<0.0001	3	105.39	<0.0001
Protección (Prot)	2	58.49	<0.0001	2	41.64	<0.0001
<b>N x Prot</b>	<b>6</b>	<b>5.12</b>	<b>0.0041</b>	<b>6</b>	<b>3.83</b>	<b>0.0147</b>
Cultivar (C)	3	19.83	<0.0001	2	1.45	0.2441
C x N	9	5.44	0.0001	6	3.37	0.0075
C x Prot	6	19.55	0.0001	4	7.02	0.0002
C x N x Prot	18	4.98	0.0001	12	1.18	0.3263
año 2005	Ciclo largo			Ciclo intermedio		
Fuente	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Nitrógeno (N)	3	21.53	0.0013	3	13.82	0.0042
Protección (Prot)	2	6.82	0.0072	2	2.86	0.0865
<b>N x Prot</b>	<b>6</b>	<b>0.90</b>	<b>0.5215</b>	<b>6</b>	<b>0.57</b>	<b>0.7462</b>
Cultivar (C)	3	252.91	<0.0001	6	27.72	<0.0001
C x N	9	0.95	<0.4881	18	1.73	0.0398
C x Prot	6	23.37	<0.0001	12	3.31	0.0003
C x N x Prot	18	0.86	0.6309	36	0.68	0.9149
año 2006	Ciclo largo			Ciclo intermedio		
Fuente	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Nitrógeno (N)	3	35.37	0.0003	3	15.66	0.0030
Protección (Prot)	2	23.55	<0.0001	2	175.89	<0.0001
<b>N x Prot</b>	<b>6</b>	<b>0.96</b>	<b>0.4802</b>	<b>6</b>	<b>0.47</b>	<b>0.8230</b>
Cultivar (C)	6	41.33	<0.0001	3	13.09	<0.0001
C x N	18	2.34	0.0029	9	0.91	0.0636
C x Prot	12	2.65	0.0031	6	7.71	0.0001
C x N x Prot	36	0.51	0.9902	18	1.17	0.3074

Cuadro 2. Test de Efectos Fijos (SAS Mixed Procedure) para rendimiento en grano.

La fertilización con N tuvo siempre efecto sobre el rendimiento como era previsible dado el alto potencial de los trigos y la escasa capacidad de aporte de N del suelo (PMN, nitrato) acentuada por el hecho de que los sitios experimentales no son sistemas estabilizados con SD.

También fue significativo el efecto de la protección con fungicida los 3 años, ya que varios materiales no tienen buena resistencia a Roya de Hoja, enfermedad dominante (cuadro 1) en particular

en el 2005 y 2006, pero bien controlada por la protección total con fungicida e incluso en muchos casos, por el tratamiento estratégico.

El efecto de cultivares fue significativo excepto en el 2004 para los ciclos cortos, cuando los 3 rindieron similar (> 5 ton/ha). En el 2005 el rendimiento de Baguette 10, fue record para estos ensayos (10 ton/ha). I.Torcaza con fungicida rondó 7.6 ton/ha los 3 años, e I. Garza en el 2006 se destacó con casi 8 ton/ha.

La interacción Cultivar x Protección fue siempre significativa, atribuible a la diferente sanidad de los materiales (cuadro 3). Lo mismo se puede afirmar para la interacción Cultivar x N, significativa en 5 de 6 experimentos, porque a la diferencia en potencial se suma, que el cultivo afectado acorta la duración del área foliar y acelerar la muerte de raíces y senescencia del cultivo lo que tiende a reducir la respuesta a N.

**La interacción Protección x N**, en cambio, sólo fue significativa en el 2004, resultado que a primera impresión contradice la mayoría de la información existente. Trabajos extranjeros y nacionales mencionan una relación positiva entre severidad del ataque de Roya y fertilización con N, pues al ser un hongo biotrófico ve favorecido su desarrollo si el estado nutricional es bueno.

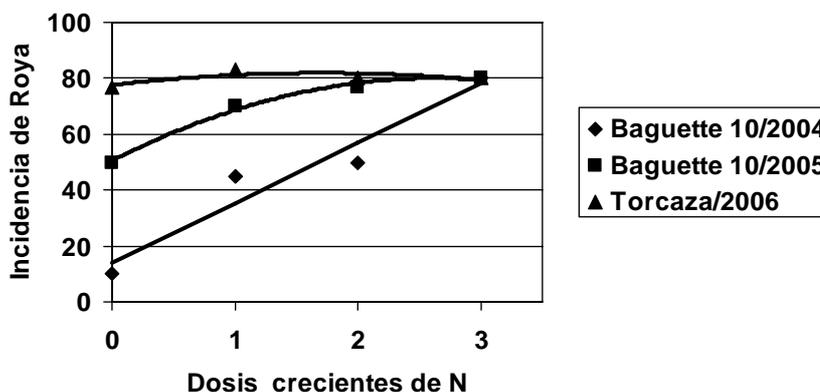
Pero estos resultados tienen una explicación razonable; por un lado, en los últimos años se sembró una proporción mayor de materiales menos susceptibles a Roya de Hoja. En el 2006 no se sembró Baguette 10 ni Onix, ambos muy susceptibles. Pero quizás lo más relevante sea que tanto en el 2005 como en el 2006 fue alta la disponibilidad de N en el suelo (mineralización de MO), evidente si se observa el rendimiento de testigos sin N, con protección total, y su relación con el máximo obtenido con N (cuadro 4).

Al ser alta la disponibilidad de N es lógico que no encontrar respuesta a dosis crecientes de N en severidad de la Roya de Hoja. Evidentemente el N ya era suficiente en los tejidos, algo que no ocurrió en el 2004 (ver cuadro 4 y figura 3).

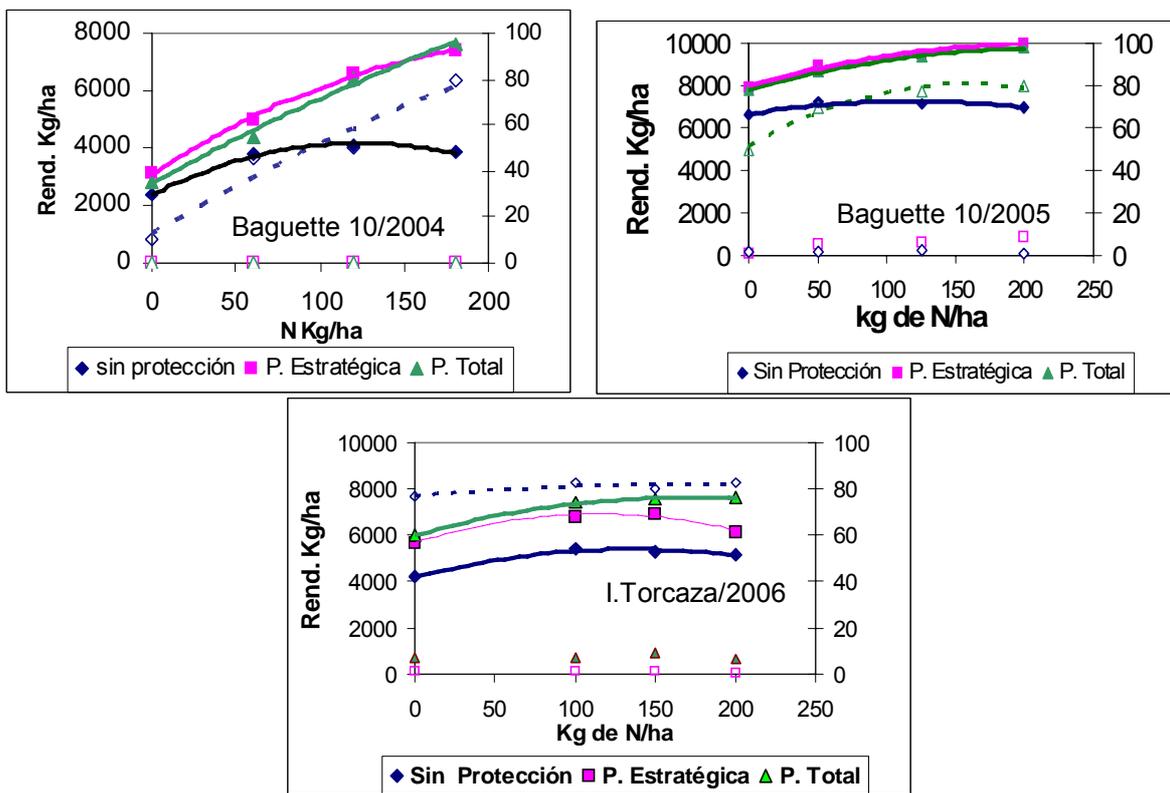
AÑO	2004		2005		2006	
	Kg/ha Testigo	Rend.Rel T0/Tmax.	Kg/ha Testigo	Rend.Rel T0/Tmax.	Kg/ha Testigo	Rend.Rel T0/Tmax.
I.Torcaza	2550	0.34	4776	0.68	5956	0.79
I. Churrinche	2844	0.38	2554	0.62	3190	0.61

**Cuadro 4.** Rendimiento testigo sin N con protección Total y relativo al máximo.

**Efecto de dosis crecientes de N sobre la Incidencia de Roya de Hoja en los cultivares más afectados en cada año**

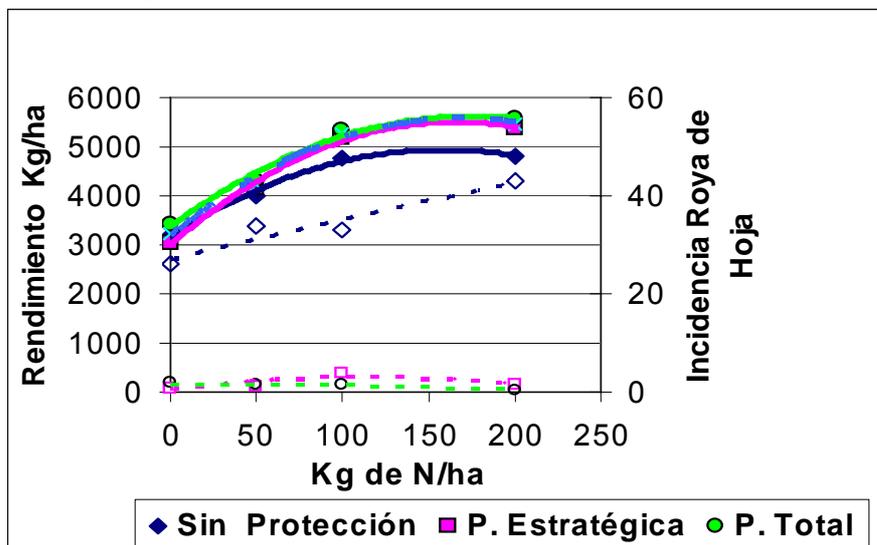


**Figura.2.** Efecto de la disponibilidad de N sobre la Roya de Hoja en cultivares susceptibles.



**Figura 3.** Respuesta a N en rendimiento en grano e incidencia de RH (línea punteada) en los trigos con lectura más alta cada año. (sólo en el 2004 la interacción P x N es sig.)

La interacción Protección x N no obstante se dio en el 2006 en ciclos intermedio-cortos susceptibles. I. Carancho, por ej. (figura 4) mostró esta tendencia al analizar en detalle la interacción (Test of effect slices del SAS). La siembra tardía de estos materiales y los problemas de emergencia probablemente disminuyeron la capacidad de aprovechar la buena disponibilidad de N en el suelo, que sí aprovecharon los ciclos largos.



**Figura 4.** Respuesta a N en rendimiento e incidencia de RH (línea punteada) según tratamientos de protección. I. Carancho (2006), susceptibilidad intermedia a alta.

La merma en rendimiento atribuible mayormente a Roya de Hoja fue 30 % en I. Torcaza, lo que significó 2000 kg/ha (figura 3); en I. Gorrión < susceptible fue 23 % (1600 kg/ha), y en I. Garza considerado de susceptibilidad baja fue 17 % (1200 kg/ha).

En el 2006 todos los materiales afectados por la enfermedad vieron afectado su potencial en forma significativa y en la mayoría de los casos, no fue suficiente la protección estratégica al cultivo. Debe tenerse presente que no se trata sólo de la relación huésped-patógeno sino más bien, de un triángulo: huésped-patógeno-ambiente y si el 2006 propició muy buen aporte de N del suelo la Roya se vio favorecida.

### Componentes del rendimiento afectados

Las primeras pústulas de Roya de Hoja fueron visibles con el cultivo a encañazón por lo que no era esperable efecto significativo sobre espigas por unidad de superficie o espiguillas por espiga, y no lo hubo (datos no presentados).

La caída del rendimiento se debió fundamentalmente a una reducción del peso de los granos y en algún caso, del número de granos por espiga (cuadro 5).

En los 3 años el tipo y magnitud del efecto de la Roya de Hoja dependió del cultivar y del momento en que apareció la enfermedad. Así en el 2004, Baguette 10 comenzó con pústulas a fin del macollaje (julio) y el número de granos por espiga se vio afectado; en tanto en el 2005, recién apareció la Roya a 3 nudos y sólo se observó efecto sobre el peso del grano. I. Torcaza en el 2006 fue el primer material en presentar síntomas y el que más vio afectado su número de granos por espiga.

No se vio efecto sobre el peso hectolítrico (PH) en el 2006, a pesar de lo ocurrido con el peso del grano. El hecho sugiere diferente densidad de los granos. Normalmente el PH y la proteína (Pt) (inf. no disp. aún) están asociados e incrementos en Pt pueden originar granos más densos al ésta acumularse entre los gránulos de almidón.

CULTIVAR /AÑO	GRANOS/ESPIGA		PESO DE 1000G		PESO HECTOLÍTRICO	
	Sin Prot.	Prot. Total	Sin Prot.	Prot. Total	Sin Prot.	Prot. Total
Baguette10/2004	39.1	43.7	33.9	46.1	-	-
Baguette10/2005	40.6	40.0	35.8	43.8	69	75
I. Torcaza 2006	24.2	29.0	35.4	38.2	82	83
I. Gorrión 2006	27.4	30.7	37.7	41.3	84	84
I. Garza 2006.	30.2	30.5	42.1	43.0	82	83

**Cuadro 5.** Efecto de la Roya de Hoja sobre dos componentes del rendimiento y el PH

### Implicancia Financiera de la Respuesta a N y la Protección del cultivo

Se estimó el retorno neto expresado como kg de grano/ha (incremento en rendimiento – costo de aplicación) del la protección para 2 niveles de fertilización con N, uno por lo común subóptimo, de 60 kg/ha y otro cercano al óptimo, 120 kg de N/ha (ver cuadro 6). Los rendimientos se estimaron a partir de las curvas de respuesta ajustadas para cada cultivar y año. El costo de la aplicación de fungicida se tomó como 300 kg/ha.

En 14 casos de un total de 22 para los dos niveles de N considerados, hubo retorno neto de la protección total o estratégica con fungicida. Aproximadamente 70 % de los cultivares presentaban susceptibilidad a Roya de Hoja alta o Intermedia-alta.

Con 60 kg de N/ha, en 80 % de los casos fue más rentable la PE que la PT. El retorno neto del uso de fungicidas fue marginal, < a 50 kg/ha en dos casos y en otros dos < a 200 kg/ha, para el restante 70 % estuvo entre 200 kg/ha y 1300 kg/ha (Torcaza 2006).

Con 120 kg de N/ha, en más de la mitad de los casos fue más rentable la PE que la PT. Hubo un caso con incremento marginal, otro < a 200 kg/ha y en el restante 85 % osciló entre 200 y 2000 kg/ha (Baguette 13, 2004).

Retornos netos entre 1000 y 2000 kg de grano/ha se obtuvieron para cultivares muy susceptibles (Baguette 10, Baguette 13, Onix, y Tocaza).

En base a esta información se puede concluir que la aplicación sistemática de fungicida como se realiza en regiones de Europa no es una alternativa viable en Uruguay, no sólo porque es probable que en la mayoría de los casos sea menos redituable que la PE e implica mayor riesgo financiero (las relaciones de precios pueden ser menos favorables en el futuro), pero además, porque no es una práctica buena para el ambiente.

Para que una tecnología sea sostenible no basta con que sea económicamente viable, debe considerarse también su impacto ambiental y social, pues existe una demanda cada vez mayor del consumidor por calidad de alimentos y salud.

2004	Protección fungicida	Dosis N kg/ha	Rend. Estimado Kg/ha	Incremento kg/ha	Costo en grano Trat. fungicida	Retorno Neto kg grano/ha	Dosis N kg/ha	Rend. Estimado Kg/ha	Incremento kg/ha	Retorno Neto kg grano/ha
Baguette 10	Sin Protección		3680					4158		
	P. Estratégica	60	5078	1397	600	797	120	6538	2379	1779
	P. Total		4586	906	1200	-294		6246	2087	887
I.Tijereta	Sin Protección		3380					4727		
	P. Estratégica	60	4261	882	300	582	120	5579	852	552
	P. Total		4151	772	1200	-428		5670	943	-257
I.Churrinche	Sin Protección		3842					4994		
	P. Estratégica	60	4036	195	300	-105	120	5454	460	160
	P. Total		4615	773	900	-127		6189	1195	295
Baguette 13	Sin Protección		3510					3902		
	P. Estratégica	60	4847	1337	300	1037	120	5982	2079	1779
	P. Total		5304	1794	900	894		6790	2888	1988
Onix	Sin Protección		3839					4597		
	P. Estratégica	60	4364	525	600	-75	120	5637	1040	440
	P. Total		4871	1032	900	132		6276	1679	779
2005										
I.Torcaza	Sin Protección		6327					6712		
	P. Estratégica	60	6274	-53	600	-653	120	6959	247	-353
	P. Total		6274	-53	1200	-1253		6959	247	-953
Baguette10	Sin Protección		7100					7243		
	P. Estratégica	60	8944	1844	600	1244	120	9590	2347	1747
	P. Total		8944	1844	1200	644		9590	2347	1147
I.Garza	Sin Protección		5500					6166		
	P. Estratégica	60	5481	-19	0	-19	120	5822	-344	-344
	P. Total		5300	-200	1200	-1400		5822	-344	-1544
I.Tero	Sin Protección		2739					3093		
	P. Estratégica	60	3047	308	300	8	120	3567	474	174
	P. Total		3270	531	1200	-669		3695	602	-598
I.Carancho	Sin Protección		2848					3289		
	P. Estratégica	60	3604	757	600	157	120	4282	993	393
	P. Total		3532	685	1200	-515		3990	701	-499
I.Churrinche	Sin Protección		2782					3267		
	P. Estratégica	60	3020	238	300	-62	120	3594	326	26
	P. Total		3301	520	1200	-680		3856	588	-612
Onix	Sin Protección		2910					3030		
	P. Estratégica	60	3920	1010	600	410	120	4671	1642	1042
	P. Total		3745	834	1200	-366		4344	1314	114
I.Don Alberto	Sin Protección		4132					4761		
	P. Estratégica	60	4073	-59	300	-359	120	4828	67	-233
	P. Total		4050	-82	1200	-1282		4792	31	-1169
I. Carpintero	Sin Protección		3833					4353		
	P. Estratégica	60	3402	-431	0	-431	120	4245	-108	-108
	P. Total		3626	-206	1200	-1406		4293	-60	-1260
2006										
I. Torcaza	Sin Protección		5009					5360		
	P. Estratégica	60	6611	1602	300	1302	120	6886	1527	1227
	P. Total		7084	2075	900	1175		7641	2282	1382
I. Gorrión	Sin Protección		5172					5666		
	P. Estratégica	60	5874	701	300	401	120	6367	701	401
	P. Total		6863	1690	900	790		7494	1828	928
I. Garza	Sin Protección		5958					6386		
	P. Estratégica	60	6501	543	300	243	120	6932	546	246
	P. Total		7316	1359	900	459		7767	1381	481
I.Tero	Sin Protección		2955					3336		
	P. Estratégica	60	3661	706	300	406	120	4074	737	437
	P. Total		3631	676	900	-224		3926	590	-310
I. Carancho	Sin Protección		4237					4794		
	P. Estratégica	60	4580	343	300	43	120	5319	525	225
	P. Total		4654	417	900	-483		5406	612	-288
I.Churrinche	Sin Protección		4067					4710		
	P. Estratégica	60	4603	536	300	236	120	5362	652	352
	P. Total		4582	515	900	-385		5313	603	-297
Don Alberto	Sin Protección		4178					4859		
	P. Estratégica	60	4157				120	4871		
	P. Total		4838	660	900	-240		5343	484	-416
I.Carpintero	Sin Protección		4384					5132		
	P. Estratégica	60	4354				120	5122		
	P. Total		4328	-56	900	-956		5025	-107	-1007

**Cuadro 5.** Retorno de tratamientos de control químico a dos niveles de N: 60 kg/ha, dosis comúnmente subóptima para estos sistemas de producción y cultivares de alto potencial y otra cercana a la dosis para el óptimo económico (120 kg/ha).

### Consideraciones finales

Para el caso de la Roya de Hoja que tanto y tan frecuentemente puede afectar la productividad del cultivo de trigo en Uruguay, tratar con fungicida oportunamente y cuando realmente lo requiere el cultivo, lo que implica un monitoreo continuo, es como un seguro para el productor, que toma cuando ya ha hecho las inversiones mayores en el cultivo.

Esta práctica va a ser una muy buena inversión en cultivares de alto potencial de rendimiento y susceptible a Roya de Hoja, pero además, cuanto más fértil sea la chacra, o más alta la fertilización nitrogenada utilizada.

En contraste, en sistemas de producción de bajos insumos y/o suelos pobres, la probabilidad de tener efecto significativo sobre el rendimiento que justifique el uso de fungicida es baja, aún en cultivares susceptibles a Roya de Hoja. A este hecho hay que sumarle que el potencial de rendimiento en esos casos tampoco justificaría el empleo de esta tecnología.

## Interrogantes

Aunque se ha estudiado el tema N extensamente hay varias interrogantes respecto a la interacción de enfermedades como Roya de Hoja y Oidio y el estado nutricional del cultivo o prácticas de fertilización que merecen futura atención.

Año a año se ve que algunas chacras presentan diferente severidad de ataque de Roya de Hoja para un mismo cultivar y condiciones ambientales similares de humedad y temperatura. ¿Puede estar asociado a una nutrición imbalanceada o deficiente del cultivo? Probablemente, pues ya se mencionó que la enfermedad depende de la interacción huésped-patógeno-ambiente y la fertilidad del suelo tiene un rol importante en este sentido, lo mismo que el manejo de la fertilización.

Trabajos en trigo conducidos en la pampa argentina (Díaz-Zorita et. al. 2004) sugieren que deficiencias nutricionales pueden incidir sobre la susceptibilidad a enfermedades, por ej. se encontró efecto de la aplicación de Cloro (Cl) en trigo, confirmando resultados de investigaciones norteamericanas de muchos años. ¿Cómo es el nivel de Cl en nuestros suelos, podría ser deficitario con lluvias excesivas como las de junio del 2006? No sería raro ya que el Cl es móvil y puede lavarse fácilmente del perfil.

Se sabe que la deficiencia de K favorece el ataque de todas las enfermedades. Los suelos de la región triguera son por lo común ricos en K, pero se han incorporando suelos de texturas más livianas, la agricultura de granos se está intensificando, el manejo del suelo es cada vez más extractivo y empiezan a aparecer valores de K cercanos al nivel crítico o por debajo de éste. ¿Puede estar afectando algunas zonas más que otras?

¿Puede la deficiencia de algún micronutriente aumentar la susceptibilidad a Roya? El Mn, tan relacionado a la resistencia a enfermedades (Graham y Webb, 1991) por interviene en la síntesis de lignina y fenoles e inhibir encimas que degradan la pared celular, aparte de tener acción directa (toxicidad) sobre patógenos (Malavolta et. al. 1997), ¿será siempre suficiente? Su disponibilidad así como la del hierro (Fe), zinc (Zn), y cobre (Cu) es menor a pH neutro o alcalino, también en suelos mal drenados, y si hay Fe en exceso puede interferir su absorción. Los brunosoles y vertisoles del litoral son ricos en Fe y Mn pero tienen a menudo problemas de drenaje y breves períodos con saturación.

El contenido de Zn en suelos de la región es en promedio marginal y se ha encontrado respuesta a Zn en trigo (García Lamothe, 2004). El Zn tiene efecto sobre la estabilidad de la pared celular. En Estanzuela, la aplicación de Zn ha incrementado la proteína del grano, lo que evidencia su rol en el metabolismo del N. ¿No será posible que su deficiencia facilite la penetración del patógeno y/o que la acumulación de sustancias simples, incapaces de ser metabolizadas por la planta, le permitan desarrollarse mejor?

Lamentablemente los experimentos de respuesta a micronutrientes en la Estanzuela no permiten contestar estas preguntas porque se manejan con fungicidas. No obstante, se ha observado alguna tendencia interesante, mayor duración del área foliar con nutrición balanceada, que puede hacer pensar en disminuir la frecuencia de las aplicaciones de fungicida en sistemas intensivos mejorando la nutrición del cultivo.

Con respecto a la interacción con otras prácticas de manejo relacionadas menos directamente al estado nutricional: ¿puede un estrés sobre el cultivo tener efecto sobre la incidencia de enfermedades?

Por ejemplo, el que provoca el UAN cuando causa quemado al follaje, ¿no aumenta la acumulación de sustancias solubles en la planta? La absorción de N puede en ese caso ser buena pero no la capacidad de metabolizarlo en el corto plazo, ¿no cabría pensar en una planta más susceptible al ataque de Roya en esa situación? ¿Puede ocurrir algo similar con la aplicación de herbicidas al macollaje?

En cuanto a la densidad de siembra, es común se asocie mayor ataque de hongos con poblaciones altas. Sin embargo en los experimentos de poblaciones de Trigo en la Estanzuela no se han observado tendencias claras al respecto. Si bien como en el caso de la respuesta a micronutrientes los ensayos no están diseñados para evaluar esa interacción, no resulta más complicado controlar la Roya en poblaciones altas que en poblaciones bajas, y a menudo éstas presentan infecciones más tempranas y severas.

El profuso macollaje que se da a densidades bajas, tiende a compensar aunque no totalmente la diferencia en tallos, y también la mayor competencia por nutrientes a poblaciones altas puede contrarrestar el ambiente más favorable (más húmedo) para los hongos.

## Referencias

- Díaz-Zorita, M., G. A. Duarte, M. Barraco, 2004, Effects of chloride fertilization on wheat (*Triticum aestivum*L.) productivity in the sandy Pampas region, Argentina: *Agronomy Journal*, v. 96, p. 839-844.
- García Lamothe, A. 1997. In: *Explorando altos rendimientos de trigo*, Ed. M. CIMMYT/INIA, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. Oct. 20-23, 1997. Ed. Kohli, Martino.
- García Lamothe, A. 2004. Serie Técnica N° 244. INIA Uruguay La Estanzuela.
- García Lamothe, A y M Díaz. 2005. Tecnología para Alto Rendimiento en Trigo. In *Jornada de Cultivos de Invierno*. Abril 2005. Serie Actividades de Difusión N°404. INIA Uruguay La Estanzuela p. 44-55.
- Graham, R.D. and Webb, M.J. (1991): Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed., SSSA Book Series, No. 4, pp. 329-370.
- Malavolta, E., G.C. Vitti, S.A. de Oliveira. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*, POTAFOS, Piracicaba (SP, Brasil), 319 pp.
- Marschner, H. (1995): *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed., Academic Press, pp. 436-460.
- Graham, R.D. y M.J. Webb. 1991. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. Pp. 329-370. In J.J. Mortvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman, and R.M. Welch eds. *Micronutrients in Agriculture*. 2nd edition. Soil Science Society of America.

**ANEXO. Lecturas de Roya de Hoja entre Grano Acuoso- Lechoso y Pastoso**

2004		Roya de Hoja (Coef. Infección)			
		N0	N1	N2	N3
I.Torcaza	Sin/Prot.	0.2	1.3	3.0	2.4
	P.estratégica	0	0.2	0.4	0.4
	P. Total	0	0	0	0
I. Gorrión	Sin/Prot.	0.5	1.2	1.5	1.2
	P.estratégica	0.2	0.2	0.6	0.4
	P. Total	0	0	0	0
Baguette 10	Sin/Prot.	10	45	50	80
	P.estratégica	0	0.2	0.6	0.4
	P. Total	0	0	0	0
I. Tijereta	Sin/Prot.	0.3	1.2	1.8	1.0
	P.estratégica	0.2	0.4	0.4	0.2
	P. Total	0	0	0	0
I.Churrinche	Sin/Prot.	3.5	6.6	6.6	7.7
	P.estratégica	1.2	1.2	2.9	3.5
	P. Total	0	0	0	0.3
Baguette 13	Sin/Prot.	7.2	15.8	22.5	23.8
	P.estratégica	0.6	0.4	0.9	2.1
	P. Total	0	0.3	0.3	0.0
Onix	Sin/Prot.	1.5	6.8	11.8	8.6
	P.estratégica	0	0	0.4	0.4
	P. Total	0	0	0	0
2005					
I.Torcaza	Sin/Prot.	28	32	48	53
	P.estratégica	4.7	3.7	8.3	8.3
	P. Total	0.7	1.3	2.7	0.7
Baguette 10	Sin/Prot.	50	70	77	80
	P.estratégica	1.3	5.0	6.0	8.7
	P. Total	1.5	1.7	3.0	1.0
I. Garza	Sin/Prot.	2.0	0.0	11	13
	P.estratégica	4.3	1.7	0.7	1.7
	P. Total	4.0	0.0	0.0	0.0
Le2330.	Sin/Prot.	2.3	7.0	18	28
	P.estratégica	1.1	1.0	0.7	3.3
	P. Total	1.0	0	0	0
I.Tero	Sin/Prot.	6.7	8.3	25	22
	P.estratégica	2.7	2.3	4.3	8.7
	P. Total	0.7	1.3	5.0	5.0
I. Carancho	Sin/Prot.	20	25	50	60
	P.estratégica	5.0	2.7	5.0	12
	P. Total	4.0	5.7	9.3	12
I. Churrinche	Sin/Prot.	13	12	23	40
	P.estratégica	6.0	4.3	7.7	12
	P. Total	2.0	3.3	2.7	4.3
Onix	Sin/Prot.	35	40	73	77
	P.estratégica	2.3	2.7	6.7	6.0
	P. Total	4.3	4.3	6.7	13.3
I. Don Alberto	Sin/Prot.	2.7	4.3	11.0	13.3
	P.estratégica	1.3	0.7	1.7	4.3
	P. Total	0.0	0.7	1.3	0.7

I. Carpintero	Sin/Prot.	0.0	0.0	0.0	0.0
	P.estratégica	0.0	0.0	0.0	0.0
	P. Total	0.0	0.0	0.0	0.0
Le2332	Sin/Prot.	4.3	8.3	15.0	16.7
	P.estratégica	3.7	2.3	7.3	6.0
	P. Total	1.3	2.3	4.0	5.0
2006					
I.Torcaza	Sin/Prot.	77	83	80	83
	P.estratégica	1.2	1.4	1.0	0.8
	P. Total	7.0	7.0	9.0	6.5
I. Gorrión	Sin/Prot.	8.0	12	9	11
	P.estratégica	1.7	1.8	2.4	1.0
	P. Total	0.5	0.6	0.4	0.5
I. Garza	Sin/Prot.	1.6	1.9	1.6	1.3
	P.estratégica	0.5	0.7	0.9	1.2
	P. Total	0	0.5	0.4	0.4
Le2330.	Sin/Prot.	5.0	4.5	5.0	2.0
	P.estratégica	1.2	1.6	1.9	1.9
	P. Total	0.4	0.3	0.3	0.2
I.Tero	Sin/Prot.	43	53	57	70
	P.estratégica	2.7	3.3	4.0	4.5
	P. Total	4.0	7.5	8.0	8.5
I. Carancho	Sin/Prot.	26	34	33	43
	P.estratégica	0.9	1.2	3.8	1.4
	P. Total	1.8	1.4	1.6	0.5
I. Churrinche	Sin/Prot.	8.0	10	13	17
	P.estratégica	0.5	1.2	1.2	0.7
	P. Total	0.7	0.5	0.4	0.3
I. Don Alberto	Sin/Prot.	4.5	5.4	6.0	7.5
	P.estratégica	4.0	4.0	5.0	6.0
	P. Total	0.3	0.5	0.5	1.3
I. Carpintero	Sin/Prot.	0.5	0	0.3	0.5
	P.estratégica	0.5	0.5	0.5	0.5
	P. Total	0.3	0	0.3	0
Le2332	Sin/Prot.	7.0	5.0	12.	16
	P.estratégica	9.8	4.0	18	13
	P. Total	1.3	0.7	1.4	1.0
Le2342	Sin/Prot.	7.0	22	27	30
	P.estratégica	7.0	14	18	25.5
	P. Total	0.7	2.0	2.4	5.0



# EFEECTO DE DIFERENTES FUENTES DE N EN SIEMBRA DIRECTA

## I. UREA vs. UAN

Adriana García Lamothe

### Introducción

El uso de UAN está cada vez más difundido porque ofrece varias ventajas prácticas respecto a la Urea, por ejemplo: se puede aplicar con equipos de fumigación, y con gran rapidez cubrir grandes áreas; es posible mezclarlo con otros productos y no presenta los problemas de almacenaje de la urea al ser higroscópica. Pero quizás la ventaja más importante desde el punto de vista del cultivo y su productividad es la uniformidad de la fertilización, que no es un aspecto menor.

La única inquietud que parece haber respecto a su uso es el quemado que puede causar al follaje, pero la aplicación en bandas lo más cerca posible del suelo, reduce el daño y el cultivo tiende a recuperarse rápidamente.

Existe la convicción bastante generalizada que el UAN es más eficiente que la Urea y la explicación es sencilla, el efecto sobre el cultivo se visualiza más rápido. Esto es posible que se deba a que la mitad del N del UAN es amoniacal y la otra mitad nítrico, rápidamente disponible para la planta. La Urea en cambio, debe primero hidrolizarse, liberar amonio que se transformará a nitrato por la acción microbiana luego de 2 a 3 semanas. Las plantas pueden tomar amonio del suelo pero a diferencia del nitrato, no pueden acumularlo en sus tejidos porque resultaría tóxico. Deben asimilar el amonio rápido para lo que debe haber compuestos solubles de Carbono.

Es escasa la información que se tiene de la eficiencia del UAN y está mayormente restringida a ensayos de fertilización tardía para aumentar % de proteína en el grano. En ese caso demostró ser más eficiente que la urea foliar e incluso que el nitrato de amonio, sin afectar el rendimiento.

Recién durante el 2005 se comenzó a estudiar la eficiencia del UAN para fertilizaciones al macollaje y se determinó una tendencia (sig. al 10 %) en uno de 4 casos en donde el UAN resultó más eficiente que la Urea, en particular a dosis altas (5000 vs 4700 kg/ha promedio).

Resultados de varios experimentos conducidos en otras regiones y en situaciones contrastantes, no han permitido concluir que una fuente sea más eficiente que la otra para aportar N al trigo. Pero la información nacional al respecto es escasa y ante la percepción de una mayor eficiencia del UAN, existe el riesgo potencial de que se tiendan a reducir las dosis de N para bajar los costos de producción del trigo. Si eso ocurriera, no existiendo diferencia real y significativa entre fuentes, se reduciría el margen bruto/ha del productor y probablemente la calidad del grano. Por consiguiente este trabajo tiene el objetivo de comparar la eficiencia del UAN y de la Urea como fuentes de N para refertilizar al trigo en sistemas con SD.

### Materiales y Métodos

En el 2006 se instalaron 2 experimentos, uno con I. Garza y otro con I. Churrinche. El primero se sembró el 17 de mayo y el otro el 24 de julio porque las condiciones climáticas adversas retrasaron la fecha de siembra objetivo.

En ambos casos se usó sembradora común de SD (no experimental) y se obtuvieron poblaciones que oscilaron entre las 190 y 210 plantas/m<sup>2</sup>.

El nitrato a la siembra fue cercano a 10 ppm. Ambos cultivos fueron fertilizados con una dosis inicial baja (< a 30 kg/ha). I. Churrinche se trató con Allegro (1l/ha) para controlar Roya de Hoja en tanto que I. Garza no se trató.

Los tratamientos consistieron en un factorial de 2 fuentes de N x 3 dosis aplicadas hacia el fin del macollaje. Las dosis de N fueron: 60, 120 y 180 kg de N/ha. Adyacente al ensayo en cada caso, se cosechó un área similar a la de las parcelas (con repeticiones) en donde se determinó el rendimiento del cultivo sin N al macollaje.

## Resultados y Discusión

El rendimiento del cultivo sin N fue 4700 kg/ha para I. Garza kg/ha y 4500 kg/ha para I. Churrinche. El experimento con I. Garza tuvo un coeficiente de variación (CV) relativamente alto para el año, 12 %; y una media de 6602 kg/ha, en I. Churrinche en cambio el CV fue 6.6 % y la media 5795 kg/ha.

No hubo efecto significativo sobre el rendimiento en grano de la fuente de N utilizada para fertilizar al cultivo, ni de las dosis aplicadas, y tampoco de la interacción entre esas variables (cuadro 1).

Fuente de variación	I. GARZA			I. CHURRINCHE		
	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Fuente de N (F)	1	0.18	0.68	1	0.09	0.77
Dosis de N (D)	2	0.10	0.90	2	0.03	0.98
F x D	2	0.11	0.90	2	0.8	0.48

**Cuadro 1.** Resultados del ANOVA (SAS)

La fertilización a fin del macollaje significó un incremento en rendimiento en los experimentos, pero alcanzó la dosis más baja de N (60 kg/ha) para obtener el máximo rendimiento en grano (cuadro 2), por lo que no hubo efecto de dosis.

	I. GARZA		I. CHURRINCHE	
	Urea	UAN	Urea	UAN
Rendimiento (kg/ha) promedio dosis N	6521	6682	5821	5768
Incremento relativo al control s/N	39 %	42 %	29 %	28 %

**Cuadro 2.** Rendimiento en kg/ha y relativo al testigo obtenido por las dos fuentes de N.

Estos resultados sugieren que en el 2006 el aporte de N del suelo fue alto, por tal motivo, aunque hubo respuesta a la refertilización con N a fin del macollaje, las dosis necesarias para obtener el máximo rendimiento (también el óptimo) fueron bastante más bajas que las determinadas en años anteriores para situaciones similares (alto potencial del cultivo, baja PMN y nitrato en el suelo).

Los resultados de este año confirman los de años anteriores en cuanto a que la diferencia de eficiencia de la Urea y el UAN no sería significativa como para justificar reducir la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicada.

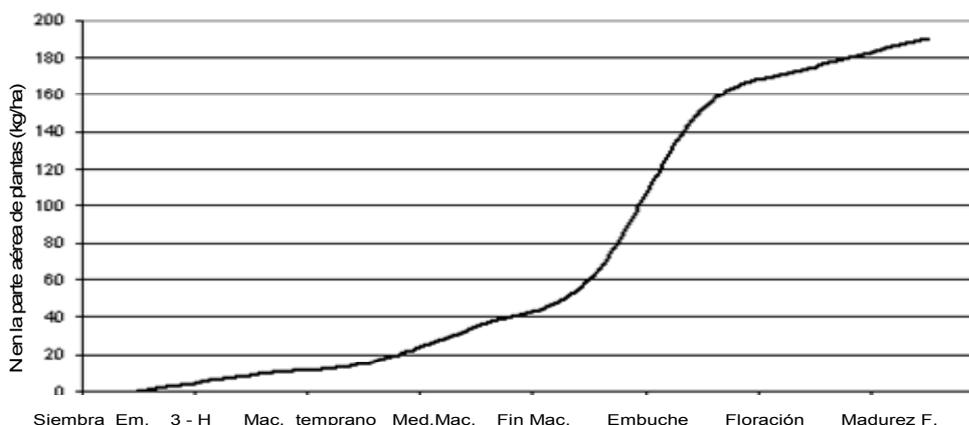
## II. Fuentes de Liberación Lenta

Los requerimientos nutricionales de un cultivo no cambian con el laboreo si el rendimiento es similar, pero la disponibilidad de nutrientes sí puede cambiar, al modificarse el ambiente en el que crece el cultivo y los organismos involucrados en la transformación y liberación de nutrientes. El ambiente bajo SD puede favorecer la denitrificación, también al mejorar la infiltración puede promover lavado de nitrato en profundidad, al no incorporarse los fertilizantes al suelo puede haber pérdidas por volatilización de NH<sub>3</sub>, y sin duda la inmovilización microbiana puede ser importante.

Fraccionar la fertilización nitrogenada es recomendable cualquiera sea el laboreo, por un lado porque se reduce el riesgo de perder parte del N aplicado al disminuir su exposición, pero además evita problemas relacionados con el exceso de N en etapas tempranas como ser: mayor susceptibilidad a heladas, a enfermedades, a insectos, excesivo macollaje y consumo de agua, por citar los más

conocidos. Una fuente de liberación lenta tendría efecto similar al de fraccionar el N varias veces y la ventaja práctica de no tener que repetir la fertilización.

Pero para que una fuente de ese tipo sea efectiva la liberación del N debe ajustarse a los requerimientos del cultivo (figura 1), y para que sea económica debe haber un retorno neto de la misma.



Evolución típica de la acumulación de N en la parte aérea de un cultivo de trigo de ciclo largo.

En la Estanzuela una fuente de N con una molécula inhibidora de la nitrificación (ENTEC 26) que comenzó a probarse con el fin de aumentar la disponibilidad de N tardío en SD y así mejorar la calidad panadera del trigo, mostró en dos años consecutivos ser más eficiente que la urea en términos de incremento en grano por kg de N aplicado. No se descartaba un posible efecto del azufre (S) que ese fertilizante proveyó al cultivo.

A pesar de la mayor eficiencia de esa fuente no se hubo retorno económico neto debido a que el costo de la unidad de N es mucho mayor que el de la Urea, aún considerando la doble aplicación de de esta última al fraccionar la dosis.

En el 2006 se volvió a probar el ENTEC 26 como fuente de N y se incluyó otro fertilizante de liberación lenta pero diferente mecanismo, el Sulfamo, que también aporta S al cultivo y la Urea se complementó con una dosis fija de Sulfato de Calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) para también aportar S al suelo, y poder determinar si el efecto de la fuente de liberación lenta era atribuible a su aporte.

## Materiales y Métodos

Se instalaron en el 2006 tres experimentos en chacras de trigo sembradas con I. Garza (mayo), la línea experimental 2330 (junio) e I. Churrinche (julio) y uno en una chacra de Cebada Cervecera (julio).

I. Churrinche no se fertilizó a la siembra y fue el único cultivo que se trató con fungicida para controlar Roya de Hoja.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones siendo las parcelas de 2 x 6 m, y los tratamientos un factorial de Fuentes de N x Dosis.

Los fertilizantes de liberación lenta se aplicaron al inicio del macollaje, excepto en el ensayo de Le2330 que fue a mediados del macollaje, ídem para la dosis temprana de Urea y el sulfato de calcio.

En cada experimento se evaluaron 10 tratamientos, el testigo sin N y el factorial completo 3 fuentes x 3 dosis, siendo éstas: 60, 120 y 180 kg N/ha. Para el caso de la Urea, las tres dosis fueron aplicadas con igual cantidad de  $\text{CaSO}_4$  para proveer con 20 kg de S/ha al cultivo, y se fraccionó en 30 kg de N/ha inicial y el resto a Z31.

## Resultados y Discusión

Los rendimientos obtenidos fueron buenos para trigo pero no para cebada que tuvo problemas de implantación por exceso de agua en el suelo. I. Churrinche aunque fue sembrado en condiciones similares fue mucho menos afectado (cuadro 3).

	I. Garza	I. Churrinche	Le2330	Cebada Cervecera
<b>Coef. V (%)</b>	<b>9.77</b>	<b>9.53</b>	<b>9.59</b>	<b>10.7</b>
<b>Media (kg/ha)</b>	<b>6040</b>	<b>5550</b>	<b>5660</b>	<b>3570</b>

**Cuadro 3.** Datos de los experimentos del 2006 de CV y media general

En el cuadro 4 se presentan los resultados del ANOVA. Allí puede observarse que hubo efecto significativo de la Fuente de N en trigos de ciclo largo, y de las dosis de N en Le 2330 y en el experimento de cebada.

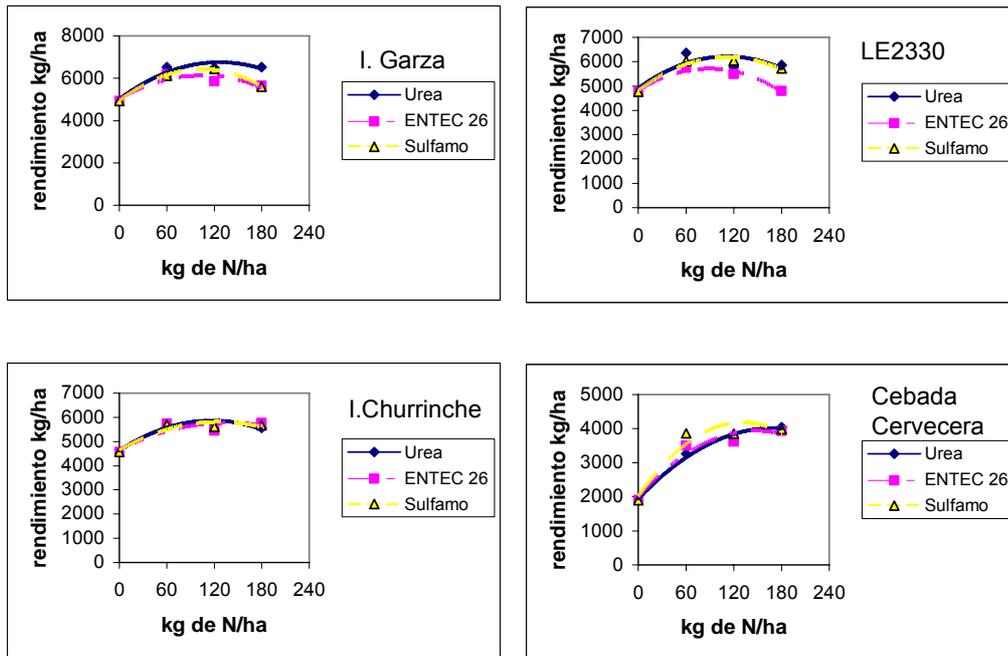
Fuente de variación	I. GARZA			I. CHURRINCHE		
	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Fuente de N (F)	2	2.71	0.09 *	2	0.00	0.99
Dosis de N (D)	2	1.02	0.38	2	0.14	0.87
F x D	4	0.57	0.69	4	0.15	0.96

## Resultados y Discusión

Fuente de variación	LE 2330			CEBADA CERVECERA		
	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Fuente de N (F)	2	4.01	0.04**	2	0.95	0.40
Dosis de N (D)	2	2.59	0.10*	2	3.03	0.07*
F x D	4	0.56	0.69	4	0.61	0.66

**Cuadro 4.** Análisis de Varianza (SAS, GLM, proc.) de los cuatro experimentos

La interacción Fuente x Dosis no fue significativa en ningún caso, aunque en los experimentos de I. Garza y Le2330 se observó una tendencia de las dosis altas de ENTEC 26 a disminuir el rendimiento. Un efecto similar aunque más leve se determinó para el Sulfamo sólo en I. Garza (ver figura 1). Este efecto podría estar asociado a un desbalance entre el N y el S disponible. Las dosis altas de S han mostrado tener efecto negativo sobre el rendimiento en trigo y como la mineralización fue aparentemente alta en el 2006, la disponibilidad de S debió ser también importante. Otra hipótesis que se puede manejar es que la incidencia de enfermedades (Roya de Hoja) pudo ser mayor por ese desbalance nutricional o excesiva disponibilidad de N en etapas relativamente tardías del cultivo.



**Figura 1.** Respuesta a N según la fuente de N usada en la fertilización, año 2006.

Los cierto es que en el 2006 la Urea complementada con una dosis fija de S, y aplicándola fraccionada, fue la fuente más eficiente en el experimentos con I. Garza (cuadro 5), aunque no difirió significativamente del Sulfamo, y no se observó tendencia negativa de dosis altas en ningún caso.

En el experimento en la chacra sembrada con Le2330, el ENTEC 26 fue la fuente menos eficiente posiblemente porque para ese fertilizante y un material de ciclo relativamente corto como esa línea, la aplicación (mediados del macollaje) fue demasiado tardía, pudiendo haber liberado una proporción alta del N cuando ya el cultivo no podía aprovecharlo para incrementar la producción de grano. Si en cambio pudo aumentar su susceptibilidad al ataque de Roya de Hoja. En I. Churrinche y la Cebada Cervecera la aplicación se hizo ni bien se inició el macollaje.

Rendimiento Promedio	I. Garza	I. Churrinche	Le2330	Cebada Cervecera
UREA	6520 A	5670 A	6000 A	3680 A
ENTEC 26	5900 B	5650 A	5340 B	3690 A
SULFAMO	6060 AB	5660 A	5930 A	3900 A

**Cuadro 5.** Rendimientos promedio de dosis de N obtenidos con las diferentes fuentes de N

*En base a estos resultados es probable que el efecto del ENTEC en años anteriores pudiera ser al menos en parte atribuible al aporte de S del fertilizante, lo que pone sobre la mesa un tema al que se debe prestar atención, y es que en sistemas intensivos como los que se están utilizando actualmente, el S puede llegar a ser una limitante del rendimiento en trigo.*



# TECNOLOGÍA PARA ALTOS RENDIMIENTOS DE TRIGO

Adriana García Lamothe  
Martha Díaz de Ackermann

Los sistemas de producción de altos insumos se basan en la capacidad de respuesta a Nitrógeno (N) de cultivos de buen potencial de rendimiento. En climas como el nuestro, con invierno benigno y húmedo, ésta capacidad está comúnmente afectada por la incidencia de enfermedades a hongos. Para evitar esta pérdida en productividad del cultivo, el uso de fungicidas es una práctica casi ineludible.

Es necesario conocer la interacción entre la respuesta a N, el uso de fungicidas y el cultivar para poder hacer un manejo óptimo del trigo, aumentar la eficiencia de los insumos y por consiguiente el margen bruto/ha.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar esas interacciones para recomendar un paquete tecnológico que se adecue a cada cultivar. Los objetivos específicos son: a) caracterizar la respuesta a N y determinar potenciales de rendimiento; b) cuantificar de la interacción y su interacción con la respuesta a N, y c) determinar el efecto del N y el fungicida sobre parámetros de calidad del grano.

## Materiales y Métodos

Se instalaron en el 2006 en el Campo de Mejoramiento de EELE dos experimentos, uno con trigos de ciclo largo y otro de ciclo Intermedio-corto. El cultivo anterior fue una avena que se desecó con 5 l/ha de glifosato uno a dos meses antes de la fecha de siembra.

El experimento de Ciclo Largo se instaló el 27 de mayo con sembradora de Siembra Directa, y el de ciclo intermedios, el 25 de julio. Las densidades de siembra fueron 270 y 300 semillas viables/m<sup>2</sup>, respectivamente.

El nivel de P-Bray era cercano a 30 así que no se hizo fertilización basal. El control de malezas fue muy eficaz, excepto con poblaciones muy bajas, y se hizo temprano con Finesse 20 g/ha.

## Observaciones:

*Los ciclos intermedio- cortos se sembraron con exceso de agua en el suelo, la emergencia fue lenta, pobre implantación, sobretodo en materiales de semilla más chica y menos vigorosa ( I.Tero). Los potenciales no se alcanzaron probablemente por el retraso en la fecha de siembra y la condición del suelo.*

Los tratamientos consistieron en un factorial completo de Cultivares (4 de ciclo largo, 7 de ciclo Intermedio-corto) x 4 Dosis de N x 3 Protecciones sanitarias, dispuestos en un diseño de parcelas divididas y subdivididas con 3 repeticiones. Las dosis de N constituyeron las Parcelas Principales y la Protección las sub-parcelas.

Dosis de N aplicada fue de 0 a 200 kg/ha (50 kg N/ha a Z22 y el resto a fin del macollaje – inicio del encañado).

Los tratamientos de protección de enfermedades:

- 1) cultivo sin protección (SP),
- 2) protección estratégica (PE) de fungicidas, según el umbral de infección, sanidad del cultivo y condiciones ambientales; Opera (1l/ha) para controlar manchas y Royas y Caramba para controlar fusarium (cuadro 1) o manchas y Royas de coincidir en el entorno de floración.
- 3) protección total (PT), aplicación sistemática con fungicidas iniciada a Z32, y cada 3 a 4 semanas (Opera) y Caramba a floración en todos los casos.

Cultivares:

- de Ciclo largo. I.Torcaza, I.Gorrión, I.Garza y LE 2330

-de Ciclo Intermedio-corto, I.Tero, I.Carancho, I.Churrinche, I. Don Alberto, I. Carpintero, Ie2332, y Ie2343

Cultivar	09-Oct	18-Oct	26-Oct
INIA Torcaza	EMB 10MS-S OPE		
INIA Gorrión		ESP 10MS CAR	
INIA Garza			3/4G 5MF CAR
LE 2330			A 5MR-MS CAR

Cultivar				30-Oct	06-Nov
INIA Tero					ESP 3MSS OPE
INIA Carancho					PFL 8MS OPE
INIA Churrinche				PFL 3MS CAR	

**Cuadro 1.** Fechas de aplicación y estado de los tratamientos Estratégicos (PE)

## Resultados y Discusión

Las poblaciones obtenidas fueron cercanas a 200 p/m<sup>2</sup>, excepto en I. Tero que fueron significativamente menores por los problemas ya mencionados de emergencia y vigor inicial, lento crecimiento y macollaje, lo que sugiere que este cultivar puede ser más susceptible a condiciones de anegamiento que el resto, pues lo mismo se observó en el 2005.

## Rendimiento en Grano

Hubo efecto significativo sobre el rendimiento en grano de la fertilización nitrogenada, los tratamientos de a protección con fungicida y de los cultivares (cuadro 2). También fue significativa la interacción cultivar x N y la interacción cultivar x protección, pero no de la Protección x N ni de la triple interacción. Se atribuyó la falta de interacción de P x N al buen aporte de N del suelo.

AÑO 2006	CICLO LARGO			CICLO INTERMEDIO		
	GL	F	Pr>F	GL	F	Pr>F
Fuente						
Nitrógeno (N)	3	35.37	0.0003	3	15.66	0.0030
Protección (Prot)	2	23.55	<0.0001	2	175.89	<0.0001
N x Prot	6	0.96	0.4802	6	0.47	0.8230
Cultivar (C)	6	41.33	<0.0001	3	13.09	<0.0001
C x N	18	2.34	0.0029	9	0.91	0.0636
C x Prot	12	2.65	0.0031	6	7.71	0.0001
C x N x Prot	36	0.51	0.9902	18	1.17	0.3074

**Cuadro 2.** Test de Efectos Fijos (SAS Mixed Procedure) para rendimiento en grano

## Ciclos Largos:

Para rendimientos obtenidos con la dosis de N para óptimo económico (DOE-N) (no publ.) estimados a través de las curvas de respuesta y con PE, no hubieron diferencias de magnitud entre los cultivares de trigos. Pero con PE no se logró alcanzar sin embargo, los rendimientos obtenidos con PT, incluso en cultivares con baja incidencia de Roya u otras enfermedades (ver anexo).

I.Torcaza, I.Gorrión e I.Garza con PT tuvieron potencial similar, unos 7500 kg/ha, mostrando su aptitud para producción intensiva, y los dos primeros, la necesidad de prever el uso de fungicida en particular I. Torcaza.

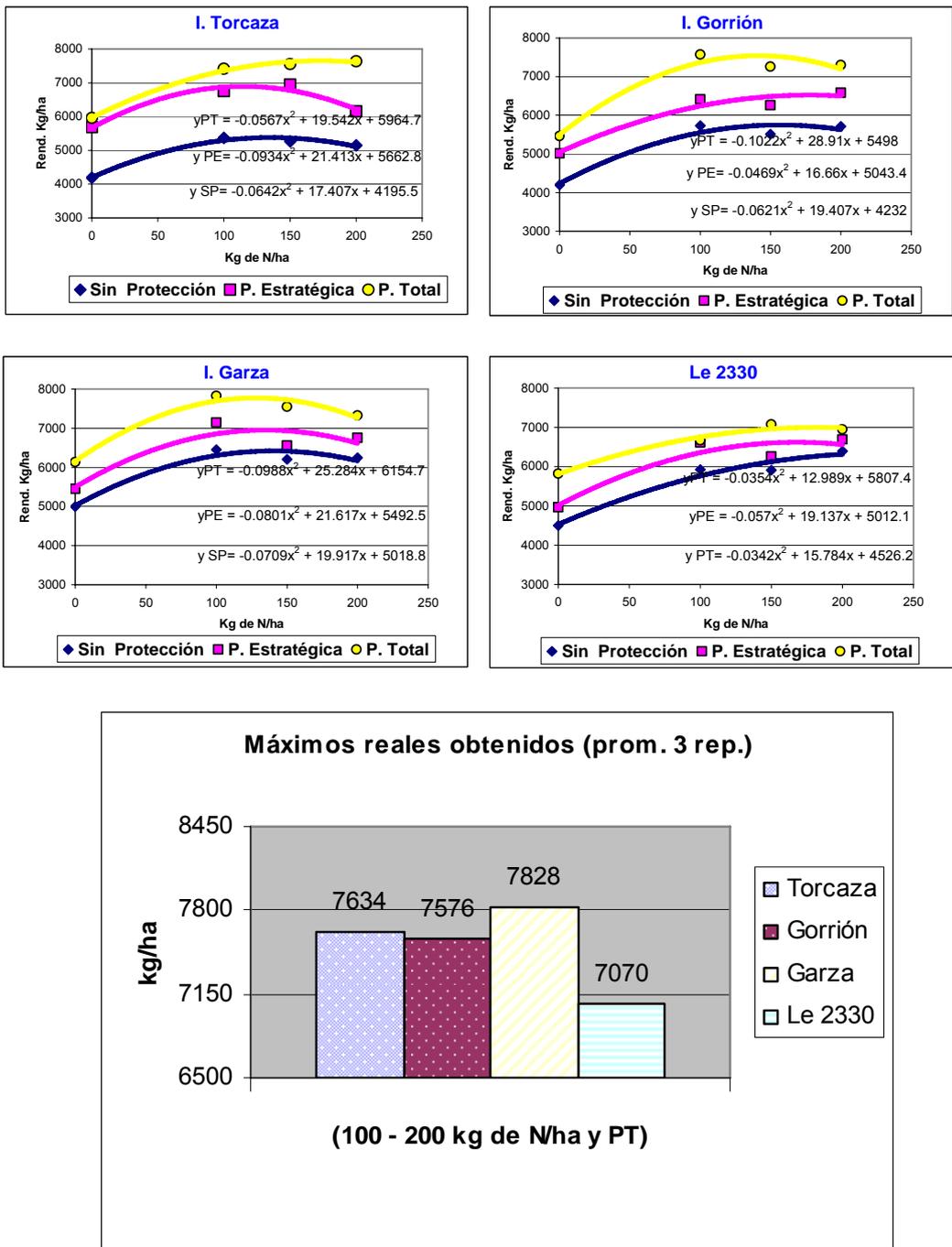
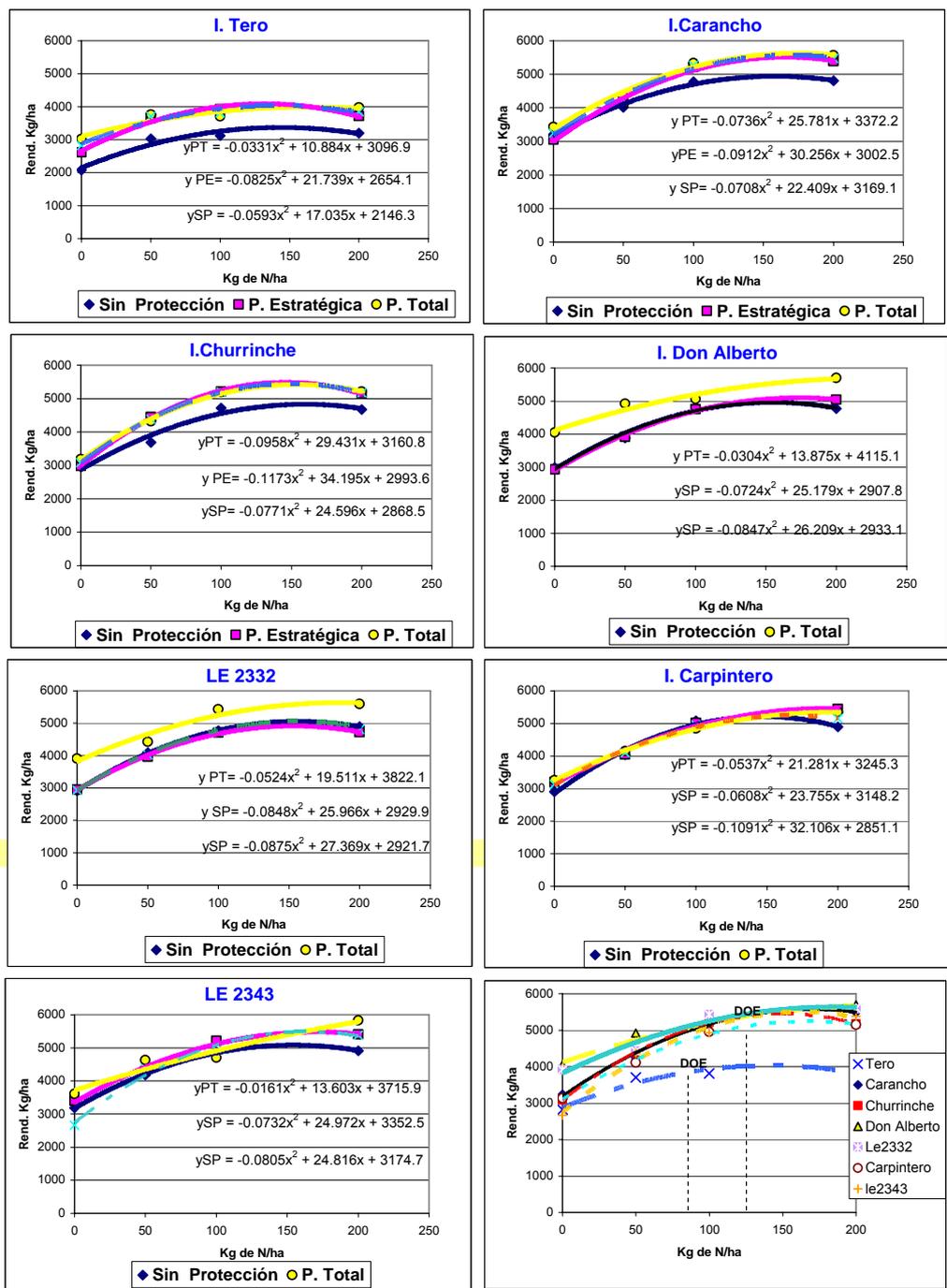


Figura 1. Respuesta a N de los Ciclos Largos según el tratamiento de protección y Potencial de Rendimiento para la situación del 2006.



**Figura 2.** Respuesta a N de los Ciclos Intermedio-cortos y rango DOE-N:

El rendimiento de I. Tero, I. Carancho e I. Churrinche fue similar con PE y con PT para dosis subóptimas de N.

I. Don Alberto y Le2332 con PT tendieron a rendir más que SP a pesar de que presentaron muy baja o nula incidencia de Roya de Hoja (no se consideró necesario proteger con, PE).

En el caso de I. Don Alberto el resultado puede estar explicado porque hubo inesperado ataque de fusarium (ver anexo), pero no en la línea experimental que en promedio rindió 25 % más con PT. Este hecho puede responder a un efecto fisiológico del fungicida sobre la capacidad de asimilar N.

En I. Carpintero y Le2343 la PT rindió similar al cultivo sin P para dosis de N subóptimas pero por encima de DOE-N PT tendió a prolongar la respuesta a N.

Los máximos rendimientos reales se lograron con 100-200 kg/ha de N, y en cultivares comerciales con PT o PE. I. Tero exhibió el menor potencial, sig. inferior al de los otros genotipos. La diferencia entre potenciales de los demás genotipos no fue estadísticamente significativa.

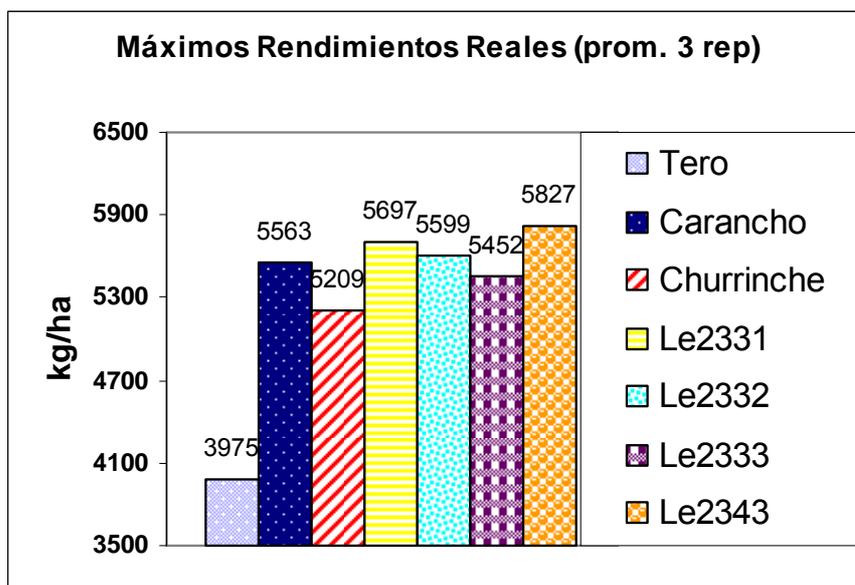


Figura 3. Rendimientos máximos obtenidos para los ciclos Int.-corto, 2006

**Observación:**

El stand de plantas en el experimento del 2006, en promedio 190 /m2 (32 pl/m lineal) no debería haber limitado el potencial (figura 3, y 4). En cambio la fecha de siembra y la condición del suelo parecieron responsables del bajo rendimiento. En el 2005, cuando se sembró 2 semanas antes, con menos humedad y en un suelo con mejor estructura los potenciales fueron sensiblemente mayores como se puede ver en el ensayos de densidades (figura 4) manejado con N no limitante y protección sanitaria.

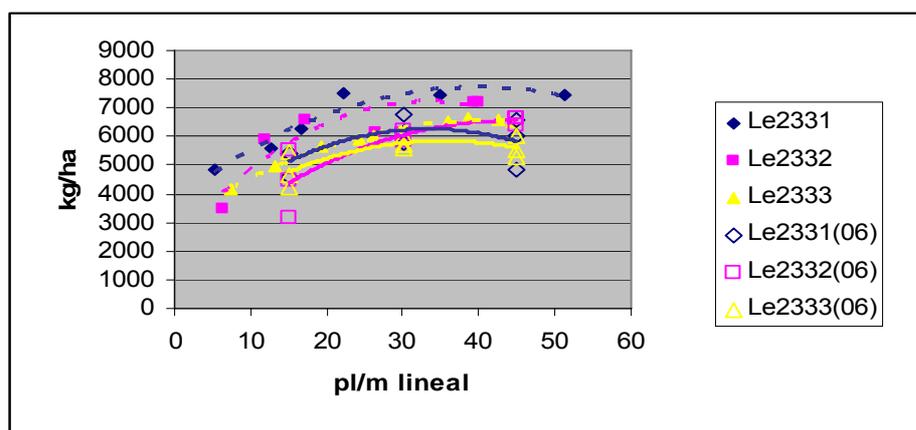


Figura 4. Respuesta a la población, resultados para ciclos Intermedio a cortos del 2005 (líneas punteadas) y del 2006 (líneas llenas) (2331=Don Alberto y 2333= Carpintero).

**ANEXO**

**Lectura de Enfermedades en el 2006.**

Fecha	cultivar	N	P	Oct. 17			Nov. 10		
				ec	MF	R	ec	MF	R
I. Torcaza	1	SP		0.5	18	LLP	77		
I. Torcaza	2	SP			32	LLP	83		
I. Torcaza	3	SP	1.0		29	LLP	80		
I. Torcaza	4	SP			27	LLP	83		
I. Torcaza	1	PE		0.5	8	LLP	0.7	1	
I. Torcaza	2	PE		0.5	9	LLP	1.3	1	
I. Torcaza	3	PE		0.5	8	LLP	1.0	1	
I. Torcaza	4	PE		0.5	9	LLP	0.5	1	
I. Torcaza	1	PT		0.3	3	LLP	0.5	7	
I. Torcaza	2	PT		0.3	6	LLP	0.3	7	
I. Torcaza	3	PT		0.3	5	LLP	0.5	10	
I. Torcaza	4	PT		0.8	8	LLP	0.7	7	
I. Garza	1	SP		0.0	1	LLP	15.7	2	
I. Garza	2	SP		0.5	1	LLP	16.7	2	
I. Garza	3	SP		0.3	1	LLP	15.0	2	
I. Garza	4	SP		0.0	1	LLP	16.7	1	
I. Garza	1	PE		0.0	0	LLP	12.3	1	
I. Garza	2	PE		0.0	0	LLP	11.7	1	
I. Garza	3	PE		0.0	1	LLP	9.3	1	
I. Garza	4	PE		0.0	1	LLP	8.3	1	
I. Garza	1	PT		0.0	0	LLP	0.3	0	
I. Garza	2	PT		0.0	0	LLP	0.7	1	
I. Garza	3	PT		0.0	0	LLP	1.3	0	
I. Garza	4	PT		0.0	0	LLP	0.5	0	

Fecha	cultivar	N	P	Oct. 17			Nov. 10		
				ec	MF	R	ec	MF	R
I. Gorrión	1	SP		0.5	9	LP	4.0	8	
I. Gorrión	2	SP		0.8	12	LP	5.7	12	
I. Gorrión	3	SP		0.5	13	LP	5.3	9	
I. Gorrión	4	SP		0.5	7	LP	5.3	11	
I. Gorrión	1	PE		0.5	6	LP	1.0	2	
I. Gorrión	1	PE	ESP	0.3	8	LP	0.8	1	
I. Gorrión	2	PE		0.5	9	LP	0.8	2	
I. Gorrión	3	PE		0.8	6	LP	1.0	2	
I. Gorrión	2	PT	ESP	0.0	0	LP	0.3	1	
I. Gorrión	3	PT	ESP	0.3		LP	0.3	1	
I. Gorrión	4	PT	ESP	0.5		LP	0.3	0	
I. Gorrión	4	PT		0.0	1	LP	0.7	1	
LE 2330	1	SP		0.5	3	LP	11.0	4	
LE 2330	2	SP		0.8	2	LP	15.7	5	
LE 2330	3	SP		0.0	1	LP	15.0	5	
LE 2330	4	SP		0.8	3	LP	11.0	5	
LE 2330	1	PE		0.8	3	LP	4.3	1	
LE 2330	2	PE		0.5	2	LP	4.3	2	
LE 2330	3	PE		0.8	1	LP	3.0	2	
LE 2330	4	PE		0.8	3	LP	2.7	2	
LE 2330	1	PT		0.0		LP	1.0	0	
LE 2330	2	PT		0.0	0	LP	1.5	0	
LE 2330	3	PT		0.0	1	LP	1.2	0	
LE 2330	4	PT		0.3	0	LP	1.5	0	

06/11/2006																									
Cv	N	SIN PROTECCION						PROT. ESTRATEGICA						PROT. TOTAL						Bl					
		E.V.	MF		ROYA		E.V.	MF		ROYA		E.V.	MF		ROYA										
			DIG.1	DIG.2	%	RH		RH	DIG.1	DIG.2	%		RH	RH	DIG.1	DIG.2	%	RH	RH						
Tero	1	PESP	0	0	0	1SMS	0.9	PES	0	0	0	2SMS	1.8	PESP	0	0	0	1SMS	0.9						
Tero	1	PESP	T	0.5	0.3	3SMS	2.7	1.8	PEST	0.5	0.3	4SMS	3.6	2.7	PESP	0	0	0	0.0	TS	0.5	0.7			
Tero	2	PESP	T	0.5	0.3	5MSS	4.5	4.5	PEST	0.5	0.3	3SMS	2.7	2.7	PESP	0	0	0	0.0	TS	0.5	1.6			
Tero	3	PESP	T	0.5	0.3	3MSS	2.7	2.7	PEST	0.5	0.3	3MSS	2.7	2.7	PESP	0	0	0	0.0	TS	0.5	3.6			
Tero	3	PESP	T	0.5	0.3	2SMS	1.8	2.3	PES	0	0	0	0.3	2SMS	1.8	2.3	PESP	0	0	0	0.0	TSMS	0.5	2.1	
Tero	4	PESP	T	0.5	0.3	3SMS	2.7	2.7	PES	0	0	0	4SMS	3.6	PESP	0	0	0	0.0	TSMS	2.7				
Tero	4	PESP	T	0.5	0.3	3SMS	2.7	2.7	PES	0	0	0	0.0	3SMS	2.7	3.2	PESP	0	0	0	0.0	TS	0.5	1.6	
Carancho	1	PFL	0	0	0	2MRMS	1.2	PFL	0	0	0	3MS	2.4	PFL	0	0	0	0	0	0	0	0			
Carancho	1	PFL	0	0	0	0.0	3MS	2.4	1.8	PFL	0	0	0	0.0	3MSS	2.7	2.6	PFL	0	0	0	0.0	2MSS	1.8	0.9
Carancho	2	PFL	0	0	0	4MSS	3.6	PFL	T	0.5	0.5	5MS	4	PFL	0	0	0	FLECK							
Carancho	2	PFL	T	0.5	0.3	6MS	4.8	4.2	PFL	T	0.5	0.5	5MS	4	4.0	PFL	0	0	0	0.0	2MS	1.6	1.6		
Carancho	3	PFL	T	0.5	0.3	8MS	6.4	4.2	PFL	T	0.5	0.5	8MS	6.4	PFL	0	0	0	0.0	5MS	4				
Carancho	3	PFL	T	0.5	0.3	3MS	2.4	4.4	PFL	0	0	0	0.3	3MSS	2.7	4.6	PFL	0	0	0	0.0	2MSS	1.8	2.9	
Carancho	4	PFL	T	0.5	0.3	6MSS	5.4	PFL	T	0.5	0.5	8MS	6.4	PFL	0	0	0	5MSS	4.5						
Carancho	4	PFL	T	0.5	0.3	5MS	4	4.7	PFL	0	0	0	0.3	6MS	4.8	5.6	PFL	0	0	0	0.0	2MRMS	1.2	2.9	
Churrinche	1	FFL-1/4G	0	0	0	1MSS	0.9	FFL	0	0	0	TMS	0.5	FFL-1/4	0	0	0	0	0	0	0	0			
Churrinche	1	FFL-1/4G	0	0	0	0.0	2MS	1.6	1.3	FFL	0	0	0	0.0	TMR	0.5	0.5	FFL-1/4	0	0	0	0.0	FLECK	0.0	
Churrinche	2	FFL-1/4G	T	0.5	0.5	3MRMS	1.8	FFL	T	0.5	0.5	3MRMS	1.8	FFL-1/4	0	0	0	2MR	0.8						
Churrinche	2	FFL-1/4G	T	0.5	0.5	3MSMR	1.8	1.8	FFL	T	0.5	0.5	3MRMS	1.8	1.8	FFL-1/4T	1	0.3	FLECK				0.8		
Churrinche	3	FFL-1/4G	1	1	1	5MS	4	FFL	T	0.5	0.5	5MS	4	FFL-1/4	0	0	0	FLECK							
Churrinche	3	FFL-1/4G	0	0	0	0.5	2MS	1.6	2.8	FFL	0	0	0	0.3	2MSMF	1.2	2.6	FFL-1/4	0	0	0	0.0	0	0.0	
Churrinche	4	FFL-1/4G	T	0.5	0.5	2MRMS	1.2	FFL	T	0.5	0.5	5MS	4	FFL-1/4	0	0	0	TMR	0.5						
Churrinche	4	FFL-1/4G	T	0.5	0.5	3MSMR	1.8	1.5	FFL	T	0.5	0.5	3MRMS	1.8	2.9	FFL-1/4T	1	0.3	FLECK				0.5		
Le2331	1	3/4G-A	0	0	0	0	0	0	3/4C	0	0	0	0	0	3/4G-A	0	0	0	0	0	0	0			
Le2331	1	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0	0.0	3/4C	0	0	0	0.0	0	0	0.0	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2331	2	3/4G-A	0	0	0	0	0	0	3/4C	0	0	0	0	0	3/4G-A	0	0	0	0	0	0	0			
Le2331	2	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0	0.0	3/4C	0	0	0	0.0	0	0	0.0	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2331	3	3/4G-A	0	0	0	0.0	TMR	0.5	3/4CT	0.5	0.3	3/4C	0	0	0	0	0.0	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2331	3	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0	0.3	3/4C	0	0	0	0.3	0	0	0.0	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2331	4	3/4G-A	0	0	0	0.0	TMR	0.5	3/4C	0	0	0	0	0	3/4G-A	0	0	0	TMR	0.5					
Le2331	4	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0	0.3	3/4C	0	0	0	0.0	0	0	0.0	3/4G-A	0	0	0	0.0	0	0.3	
Le2332	1	AL	0	0	0	0	0	0	AL	0	0	0	0	0	AL	0	0	0	0	0	0	0			
Le2332	1	AL	0	0	0	0.0	0	0	0.0	AL	0	0	0	0.0	0	0	0.0	AL	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2332	2	AL	0	0	0	0	0	0	AL	T	0.5	0	0	0	AL	0	0	0	0	0	0	0			
Le2332	2	AL	T	0.5	0.3	0	0	0	0.0	AL	T	0.5	0.5	TMS	0.5	0.3	AL	0	0	0	0.0	0	0.0		
Le2332	3	AL	T	0.5	0.5	0	0	0	0.0	AL	0	0	0	0.0	0	0	0.0	AL	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2332	3	AL	T	0.5	0.5	0	0	0	0.0	AL	0	0	0	0.0	0	0	0.0	AL	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2332	4	AL	0	0	0	TMRMS	0.5	AL	0	0	0	TMR	0.5	AL	0	0	0	TMR	0.5						
Le2332	4	AL	0	0	0	0.0	0	0	0.3	AL	T	0.5	0.3	TMS	0.5	0.5	AL	0	0	0	0.0	0	0.3		
Le2333	1	A	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0			
Le2333	1	A	0	0	0	0.0	0	0	0.0	A	0	0	0	0.0	0	0	0.0	A	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2333	2	A	T	0.5	0.5	0	0	0	A	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0			
Le2333	2	A	T	0.5	0.3	0	0	0	0.0	A	T	0.5	0.3	0	0	0.0	A	0	0	0	0.0	0	0.0		
Le2333	3	A	T	0.5	0.5	0	0	0	A	0	0	0	0	0	A	0	0	0	0	0	0	0			
Le2333	3	A	T	0.5	0.3	0	0	0	0.0	A	0	0	0	0.0	0	0	0.0	A	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2333	4	A	T	0.5	0.5	TMR	0.5	A	0	0	0	0	0	0	A	0	0	0	TMR	0.5					
Le2333	4	A	T	0.5	0.5	0	0	0	0.3	A	0	0	0	0.0	0	0	0.0	A	0	0	0	0.0	0	0.3	
Le2343	1	AAL	0	0	0	0	0	0	AAL	0	0	0	0	0	AAL	0	0	0	0	0	0	0			
Le2342	1	AAL	0	0	0	0.0	0	0	0.0	AAL	0	0	0	0.0	0	0	0.0	AAL	0	0	0	0.0	0	0.0	
Le2342	2	AAL	0	0	0	0	0	0	AAL	0	0	0	0	0	AAL	0	0	0	0	0	0	0			
Le2342	2	AAL	T	0.5	0.3	0	0	0	0.0	AAL	0	0	0												

# MANEJO DE INSECTOS EN TRIGO Y CEBADA

María Stella Zerbino<sup>1</sup>

## Introducción

De acuerdo a los hábitos alimenticios que tienen, los insectos que causan pérdidas en los cultivos de trigo y cebada pueden ser divididos en: rizófagos (isocas y gorgojos), succívoros (pulgones) y filófagos (lagartas).

### 1. Rizófagos

Estos insectos viven en el suelo y se alimentan de raíces de plantas. No tienen preferencia por ningún grupo de vegetales, es decir comen indistintamente de malezas o plantas cultivadas. Los principales representantes son las isocas, los gorgojos y eventualmente larvas de gusano alambre. Las larvas son las que causan daño, se comienzan a registrar en el momento de la implantación del cultivo. Se caracterizan por tener ciclo relativamente largo, tienen una o dos generaciones por año, por lo que la presencia de larvas en las chacras está siempre relacionada con la cobertura y el manejo anterior a estos cultivos.

#### 1.1. Isocas

Las larvas de escarabeidos son integrantes frecuentes de nuestros ecosistemas pastoriles. Previo al desarrollo de la agricultura cumplían la función de reciclar nutrientes, a partir del desarrollo de la misma se convirtieron en plaga.

Si bien son varias las especies presentes, sólo algunas causan daño en estos cultivos, razón por la cual para realizar un control racional es necesario realizar una correcta identificación de las mismas.

Mientras la agricultura fue sinónimo de laboreo del suelo, el problema de "isocas" estuvo restringido a una sola especie *Diloboderus abderus* cuyo adulto es conocido con los nombres populares de "bicho torito" o "bicho candado". En cultivos en siembra directa, en situaciones particulares (siembras de otoño) se pueden observar daños de *Cyclocephala signaticollis*.

En general las elevadas densidades poblacionales ocurren periódicamente asociados generalmente a la ocurrencia de veranos y otoños secos.

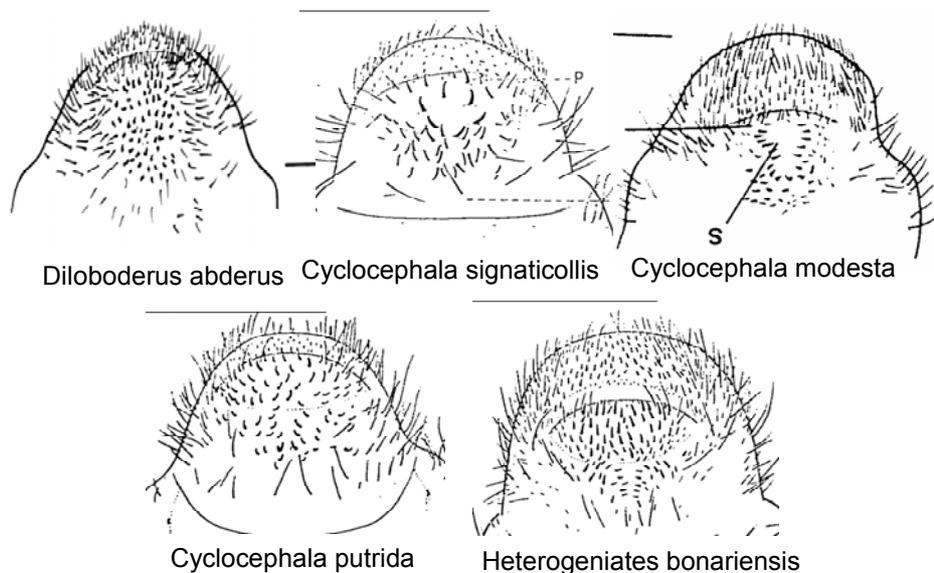
#### **Identificación de especies**

La identificación de las especies se realiza observando el último segmento abdominal de las larvas, que se denomina raster y es más conocido como cola. En él se insertan pelos (setas) de diferente tamaño y formas variadas que proporcionan diferentes diseños a las distintas especies.

En la figura 1 se presentan los raster de las especies que han sido encontradas en chacras de cultivos de trigo bajo siembra directa, siendo las más frecuentes *D. abderus* y *C. signaticollis*.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. M. Sc. Entomología. Programa Cultivos de Secano. INIA La Estanzuela.



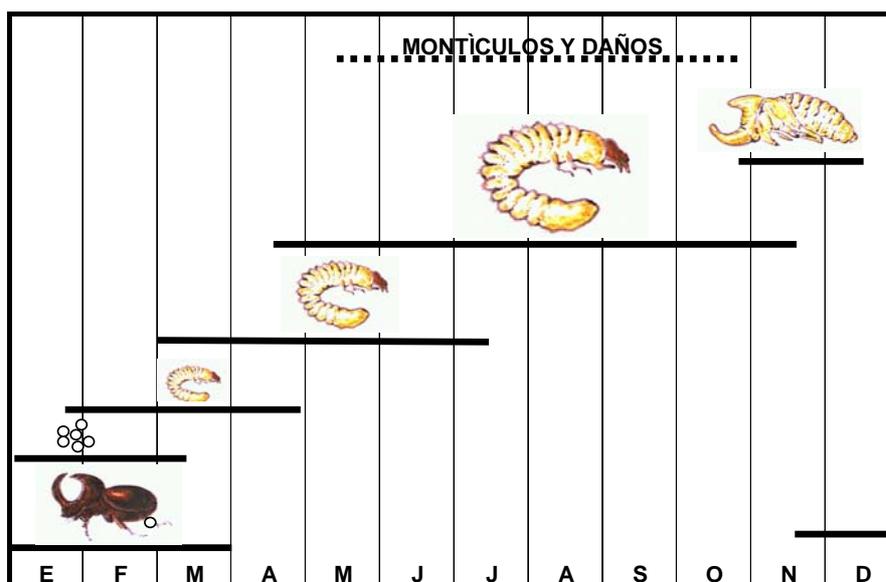
**Figura 1.** Último segmento abdominal de las especies de isocas encontradas más frecuentemente. (Fuente: Alvarado, 1980; Morelli y Alzugaray, 1991)

### ***Biología y comportamiento de las especies con importancia económica***

#### *Diloboderus abderus*

En nuestro país es la especie más estudiada. Las larvas causan daño en cultivos de trigo y cebada cuando son sembrados luego de varios años de pradera. Prefieren alimentarse de raíces de gramíneas, pero también causan daños en las leguminosas como consecuencia de los desplazamientos horizontales.

En la figura 2 se presenta en forma esquemática el ciclo biológico. Los adultos copulan y oviponen en los meses de verano desde enero hasta mediados de marzo. Los huevos son blanco perlados, esféricos al comienzo y luego ovalados, en las últimas etapas a través del corion se pueden distinguir las mandíbulas. El período de incubación de los huevos tiene una duración aproximada de 15 días. La larva pasa por tres estadios, con una duración promedio de uno, dos y medio y cinco meses respectivamente. Esto determina que las larvas del primer estadio se encuentren entre enero y fines de abril, las del segundo desde fines de febrero hasta julio y las del tercer estadio, que son las que causan los mayores daños, entre los meses de abril y noviembre. Debido a que la oviposición ocupa un extenso período, se produce superposición de estados de desarrollo, por ejemplo en marzo pueden ser encontrados adultos, huevos, larvas de primer y segundo estadio. A medida que transcurre el ciclo esta superposición de estados disminuye hasta que en setiembre y octubre desaparece y sólo se encuentran larvas del tercer estadio.



**Figura 1.** Ciclo biológico de *D. abderus*. (Fuente: Alzugaray, 1996)

Las larvas del primer estadio recién eclosionadas pesan 0,15 g y miden 2 cm, como no se mueven se las encuentra agrupadas en las galerías muy cerca de la superficie a no más de 6-8 cm de profundidad, donde fueron depositados los huevos. Cuando pasan al segundo estadio tienen un largo de cuerpo de 3,5 cm y comienzan a realizar movimientos verticales y horizontales, en general se las encuentra a 15 cm de la superficie del suelo. En el tercer estadio llegan a medir 5 cm y alcanzan pesos de 4,5 g.; se ubican a mayor profundidad, a fines de mayo se pueden encontrar a 18 y 20cm. Estas larvas son las que causan los mayores daños.

Las larvas del último estadio realizan montículo en la superficie, el cual se observa entre los meses de mayo a noviembre. Un aspecto que merece ser destacado, porque es una reiterada fuente de error, es que estos montículos frecuentemente son confundidos con los de grillos. Hasta el momento no se pudo diferenciar los montículos de ambos insectos, pero si fueron encontradas diferencias en las aberturas e inclinación de las galerías. Si bien los montículos son similares, existen diferencias entre las aberturas e inclinación de las galerías. Las galerías de las isocas son amplias desde la abertura, de forma circular y verticales, mientras que las de grillo tienen la abertura más pequeña y generalmente son ovaladas y además en los primeros cinco centímetros inclinadas con relación al nivel del suelo.

Al comienzo del estado larval se alimentan preferentemente de restos vegetales o materia orgánica en descomposición. Luego comienzan a comer raíces y semillas, inclusive se observó a larvas del último estadio alimentándose de bosta. En el caso particular de trigo y cebada se alimentan de semillas, raíces e incluso el tallo.

En ensayos de macetas con trigo, cada larva de *D. abderus* consumió 4 a 5 plantas en 16 días, lo que representa un consumo diario de  $\frac{1}{4}$  planta. En Brasil se obtuvieron resultados similares, a partir de los cuales se estimó que una población de 4 larvas/m<sup>2</sup> puede causar pérdidas de 10% de plantas en trigo.

En siembra directa, una densidad de larvas tres veces superior que en laboreo convencional se correspondió con un daño de plantas del doble en la primer situación. La magnitud del daño se relaciona con la presencia o no de rastrojo en el momento que las larvas comienzan a causar daño y no con el manejo del suelo, es decir en siembra directa con retiro de rastrojo los daños fueron mayores que en laboreo convencional.

En el caso del cultivo de cebada, en la Facultad de Agronomía determinaron que una larva consume 11 plantas en 31 días y que una densidad de 25 larvas/m<sup>2</sup> de tercer estadio afectó significativamente la implantación de los cultivos de avena y cebada. Valores similares fueron obtenidos

en Brasil, donde una población de 20 larvas/m<sup>2</sup> causó pérdidas significativas en el rendimiento en grano de avena.

Al final del tercer estadio realizan un movimiento ascendente hasta 6-8 cm de la superficie, construyen una cámara completamente cerrada de mayor tamaño que su cuerpo donde pasarán el estado de pupa. La rellenan totalmente con tierra, de manera que la larva queda completamente aislada y dejan de alimentarse. Permanecen en este estado de prepupa los últimos 10-15 días del tercer estadio. A partir de este momento no se visualizan más los montículos. Este es uno de los momentos más críticos en el que se observó un incremento de la mortalidad como consecuencia de la mayor incidencia de los enemigos naturales. El estado de pupa se registra entre fines de octubre y mediados de diciembre.

Los adultos recién emergidos permanecen debajo de la tierra a la espera de las primeras lluvias, momento a partir del cual se les observa caminando activamente sobre la superficie, los machos preceden a las hembras en 15 días. Salen de las cuevas a la hora del crepúsculo y deambulan hasta el amanecer. Después de la fecundación comienzan a construir el nido con restos vegetales que es donde depositan los huevos. Tienen marcada preferencia por oviponer en suelos compactos y por los sitios con abundancia de residuos, los cuales también sirven de alimento para las larvas pequeñas.

Un aspecto a tener en cuenta es que resulta bastante difícil estimar la población de larvas por unidad de superficie dado que las larvas se distribuyen en manchones, por lo que es necesario realizar un número importante de unidades de muestreo. En condiciones de campo se observaron densidades poblacionales de hasta 135 larvas/m<sup>2</sup>.

Por otra parte existen agentes de control natural como pájaros, los zorrillos y sapos que son importantes depredadores. Si bien los zorrillos realizan un control importante es necesario considerar que para capturar las larvas los mismos realizan importantes destrozos en las chacras. También son citados diversos parasitoides, fundamentalmente moscas y avispas. En los muestreos de larvas se encontró que algunas larvas murieron como consecuencia del ataque de hongos.

### ***Aspectos de manejo a considerar:***

- Antes de planificar la siembra de cultivos de invierno, es necesario conocer la situación de la chacra en cuanto a la infestación de larvas. Se recomienda la identificación de las especies presentes.
- La densidad poblacional debe ser determinada muestreando áreas de 25 cm x 50 cm x 20 cm de profundidad. El número de muestras por hectárea debe ser suficiente para proporcionar información que sea representativa, por lo que se sugiere realizar 5-10 muestras/ha.
- Experimentos conducidos en trigo en Brasil y Argentina, permiten concluir que los daños ocurren a partir de 5 larvas/m<sup>2</sup> (nivel de daño). - No es recomendable sembrar cultivos de invierno en aquellas situaciones en que las densidades poblacionales sean muy elevadas, fundamentalmente si el destino de la chacra es el cultivo de cebada.
- Cuando las poblaciones son elevadas, el uso de insecticidas curasemillas es una práctica adecuada. Este tipo de tratamiento tiene dos ventajas: al localizar el producto en el lugar donde las larvas hacen daño, es posible disminuir la cantidad de insecticida a utilizar en forma importante y al estar localizado no se produce la muerte de enemigos naturales y la contaminación del ambiente es casi inexistente. Los experimentos realizados en La Estanzuela durante 1989 y 1990 permitieron recomendar el uso de determinados insecticidas aplicados a la semilla (Cuadro 1). En los últimos años aparecieron otros principios activos (Fipronil, Imidacloprid y Thiametoxan) que realizan un buen control de esta especie. La cura de la semilla con formulaciones líquidas, tales como concentrados emulsionables, soluciones floables, etc., son las más seguras desde el punto de vista de salud humana y de la calidad de la aplicación.

**Cuadro 1.** Tratamientos evaluados para el control de *D. abderus*. (Adaptado de Alzugaray *et al.*, 1991).

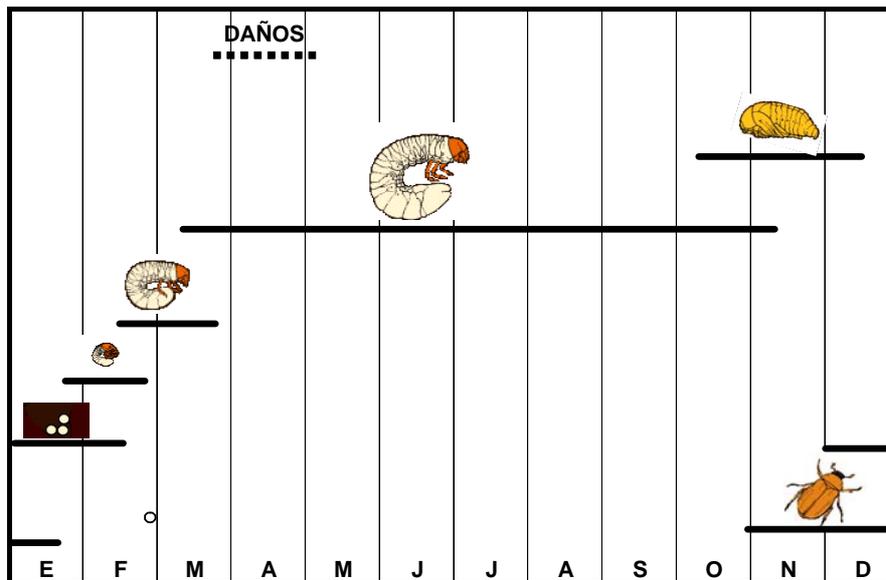
Principio activo	Producto Comercial	Formulación	Dosis i.a. / 100kg de semilla	
			1989	1990
Diazinon	Basudin	600 EC	120	60
Diazinon	Diazol	40 PM	80	40
Clorpirifos	Lorsban	50 WP	50	50
Carbaril	Sevin	85 S	160	85
Tiodicarb	Larvin	37,5 FS	150	75

- Otra alternativa para el control es la rotación de cultivos, si hay una alta infestación de larvas se puede sembrar algún cultivo que por ciclo escape al daño, tal es el caso de avena para pastoreo o un cultivo de verano.
- En Brasil se ha observado que los sistemas de rotaciones que reducen la disponibilidad de rastrojo durante el período de oviposición desfavorecen el establecimiento o crecimiento poblacional de la especie.
- El hecho de que una chacra haya tenido problemas el año anterior, no significa necesariamente que los tenga al año siguiente. Esto va a depender del ciclo biológico de la especie y de la mortalidad natural. Condiciones extremas de humedad del suelo pueden causar una mortalidad significativa de larvas como consecuencia de enfermedades, parásitos y depredadores.

#### *Cyclocephala signaticollis*

Tiene una generación por año. Los adultos emergen en primavera - verano. A diferencia de la isoca común las hembras son indiferentes al tipo de suelo para realizar la oviposición, depositan los huevos en forma individual por lo que no forman nido para su descendencia y los adultos vuelan y son atraídos por la luz.

Completan el estado de larva pasando por tres estadios, generalmente se le encuentra próximo a la superficie y no realizan montículos, por lo que su presencia debe ser determinada realizando pozos. El estado de larva es muy largo, las primeras son observadas a fines de enero y permanecen en este estado hasta el mes de noviembre inclusive (figura 3). En el tercer estadio, desde mediados del otoño y durante el invierno tienen un período en que las larvas no se alimentan, para luego en el comienzo de la primavera reanudar la actividad. Estas características hacen que esta especie sólo tenga importancia económica en siembras tempranas de trigo (abril), porque es el momento en que las larvas se encuentran en plena actividad.



**Figura 3.** Ciclo biológico de *Cyclocephala signaticollis*.

Tanto las larvas como los adultos de esta especie son de menor tamaño que la isoca común. Las larvas del último estadio alcanzan a pesar un gramo. A pesar de las diferencias de tamaño de ambas especies, en otoño es muy fácil confundir larvas de bicho torito de segundo estadio con larvas de tercero de *C. signaticollis*, por lo que la diferenciación de ambas especies se debe realizar por la observación de los dibujos que forman los pelos de la "cola de las isocas".

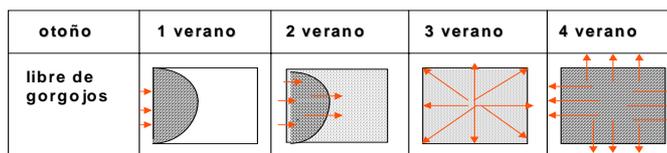
Las larvas de *C. signaticollis* son encontradas en una gran variedad de situaciones: campo natural, praderas y cultivos de trigo, maíz, sorgo y girasol. En siembra directa se la observó como la especie predominante en sistemas agrícolas. Poblaciones de hasta 16 larvas/m<sup>2</sup>, no causaron pérdidas en cultivos de trigo.

Esta especie también es controlada por curasemillas. En casos en que la población de larvas fuera importante, otra alternativa de manejo para esta especie es adelantar la época de siembra a comienzos de marzo donde las larvas aún son pequeñas o retrasar al mes de mayo que es el momento donde dejan de ser activas.

## 1.2. Gorgojos del suelo

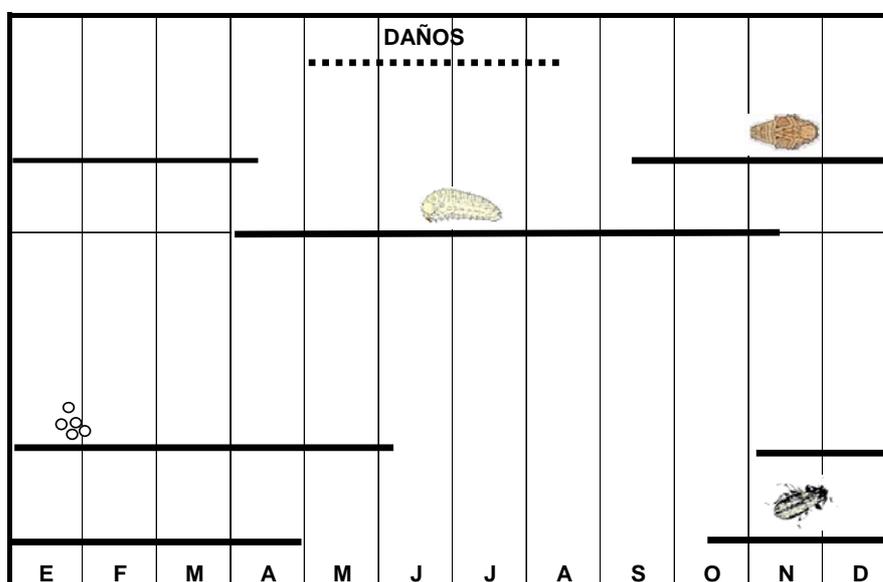
Son varias especies que componen un grupo que conoce vulgarmente como "Pantomorus", y que pueden causar daño durante la implantación del cultivo de trigo. Estos insectos tienen una generación por año y la mayoría de las especies más comunes se reproducen por partenogénesis. Para completar su ciclo pasan por cuatro estados: huevo, larva, pupa, adulto; el daño lo causan las larvas.

Los adultos no vuelan y se desplazan caminando en la superficie, por lo cual las infestaciones provienen de adultos de adultos que se desplazan de campos infestados a los vecinos (figura 4). Las hembras tienen marcada preferencia por ovipositar en áreas cultivadas por leguminosas o crucíferas, depositan los huevos en la superficie del suelo. Los primeros adultos emergen en la primavera y continúan haciéndolo hasta el inicio del otoño. El período de la oviposición es prolongado, ocurre intermitentemente durante los dos a cinco meses que vive, como consecuencia existe una gran superposición de generaciones. Luego de depositado el huevo, las larvas emergen a los quince o veinte días y pasan en este estado durante diez a once meses, razón por la cual se encuentran larvas casi todo el año.



**Figura 4.** Esquema de colonización de los gorgojos del suelo en una pradera de leguminosas (Adaptado de Lanteri y Aragón, 1994)

Las larvas son blancas, apodas y con pliegues característicos presentando dos mandíbulas, sin cápsula cefálica visible, excepto en especies como *Listroderes* sp. Viven en el suelo y se las encuentra a distintas profundidades, entre los 20 y 40 cm, según la temperatura, humedad y estructura del suelo. Pueden llegar a medir 15 mm, Cuando son jóvenes (fin de otoño) se las encuentra en grandes grupos y al final del ciclo (primavera - verano) están aisladas. Existe superposición de generaciones por lo que se encuentran varios estadios de desarrollo durante todo el año. En general la mayor población de larvas se registra desde el comienzo del invierno hasta mediados de primavera. El estado de pupa se desarrolla durante primavera - verano y tiene una duración de quince días (figura 5).



**Figura 5.** Ciclo biológico de gorgojos.

Las larvas se alimentan de raíces de plantas y también comen semillas, en general no tienen preferencia por ningún grupo de vegetales, es decir comen indistintamente de malezas o plantas cultivadas. Las plantas dañadas muestran síntomas de clorosis y marchitamiento y al desenterrarlas se observa la larva prendida a la planta.

Si el daño se registra durante la implantación provocan la muerte de plantas; en estados más avanzados de los cultivos las larvas causan daños en las raíces y como consecuencia las plantas quedan débiles y más sensibles a situaciones de déficit de agua. Las chacras con poblaciones importantes de estos insectos muestran manchones de plantas moribundas o muertas.

Cuando las lluvias invernales saturan el suelo por una semana o más, hay una gran mortandad de larvas jóvenes, por lo que la cantidad de larvas y como consecuencia el daño es mayor en suelos livianos en períodos de déficit de agua.

De acuerdo a la evaluación realizada en La Estanzuela, una larva, independientemente de que sea pequeña o grande, en promedio consume aproximadamente una planta cada 10 días. Si se considera que desde emergencia hasta fin de macollaje pasan 45 días, una larva estaría dañando entre 4 y 5 plantas. En períodos de seca los daños son mayores y los síntomas se visualizan de mejor manera.

Generalmente los daños más severos, en los que causan la muerte de plantas son hasta macollaje, posteriormente se alimentan de raíces y debilitan las plantas pero las mismas no mueren.

A través del mantenimiento en el laboratorio del material colectado se registró la muerte de larvas a causa de la infección por hongos de los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, ambos utilizados a nivel mundial para el control de otros insectos.

### **Aspectos de manejo a considerar:**

- El uso de insecticidas resulta totalmente inadecuado. Para las larvas no es un método eficiente, aún cuando se aplique un insecticida a la semilla.
- El control de adultos permitiría reducir la población de larvas de la generación siguiente, pero esta medida es económicamente inviable dado que los picos de emergencia de las distintas especies se registran en momentos diferentes. El conjunto de todas las especies abarca un período que va desde primavera hasta comienzo del otoño, lo que implica realizar varias aplicaciones.
- La única alternativa que existe para evitar el daño durante la implantación es el manejo de las rotaciones y/o la fecha de siembra. Si se tiene en cuenta que el período de máxima población de larvas es durante el invierno y primavera, la alternativa es realizar siembras de otoño tempranas donde la población de larvas es muy baja; y para el caso de verdes y cultivos de verano, en situaciones en las que previamente se constató que la población de larvas es importante, la alternativa es retrasar la siembra hacia el mes de diciembre.
- Para constatar la presencia de larvas, el período más conveniente es durante el invierno y la primavera, nunca en el otoño. El tamaño de la muestra recomendado por es una superficie de 50 x 50 cm de lado y 20 cm de profundidad. Diez a quince muestras permiten estimar con bastante seguridad la importancia de la infestación.

## **2. Succívoros - Pulgones**

Los pulgones son insectos nativos de Asia y Europa. En nuestro país el problema de los pulgones en cereales de invierno, se constató por primera vez en 1937, cuando se registró por primera vez la presencia de *Schizaphis graminum*. En la década del 70 fueron un problema muy serio en todos los países del Cono Sur, fundamentalmente en Brasil, Argentina y Chile. En nuestro país el grado de infestación registrado en el cultivo de trigo no llegó a los niveles detectados en los países anteriormente mencionados, por lo que las aplicaciones abarcaron una baja proporción del área sembrada. En esa época se constató la presencia de las especies *Metopolophium dirhodum* y *Sitobion avenae*, conocidos como el pulgón de la hoja y de la espiga respectivamente y el pulgón de la raíz *Rhopalosiphum rufiabdominale*, el pulgón del tallo o la avena *R. padi* y el pulgón del maíz *R. maidis*. En los últimos años se detectó la presencia de una nueva especie *Sipha* sp.

Como consecuencia de los graves problemas registrados en la década del 70, en Brasil durante el período 1978 – 1982 se desarrolló un Programa de Control Biológico de Pulgones de Trigo, por el cual fueron introducidas 14 especies de microhimenópteros parasitoides y dos especies de coccinelidos. Fueron criadas con éxito ocho especies, que fueron liberadas en las regiones Sur y Centro-Oeste del Brasil; muchas de las mismas se realizaron en la frontera con Uruguay, por lo que los parasitoides se diseminaron en nuestro territorio. Como resultado las poblaciones de este insecto fueron reequilibradas en niveles tales que el uso insecticidas decreció significativamente. También hubo un exitoso programa de control biológico en Chile. Zuñiga (1987) estableció que el control biológico de pulgones en trigo en el Cono Sur representó un ahorro de U\$S 60 millones de aplicaciones de insecticidas para el conjunto de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

Son insectos pequeños, miden entre 1,5 y 3 mm, su cuerpo es blando, ovalado o piriforme, poseen aparato bucal picador-chupador, antenas más o menos largas y un par de sifones en el abdomen. Son altamente prolíficos y se reproducen por vıparidad o partenogénesis telıtoca. Viven sobre las plantas en colonias integradas por adultos alados y ápteros y ninfas de diferentes tamaños, siendo los más comunes las formas ápteras. La falta de alimento y las poblaciones aglomeradas inducen a la

generación de pulgones alados. La forma de diseminación es por medio de los alados que pueden volar por cientos de kilómetros con la ayuda del viento.

El ciclo de vida es corto, las mejores condiciones para su desarrollo son temperaturas amenas de 18 a 25°C y con períodos de escasas lluvias. En esas condiciones de temperatura, entre 5 y 9 días del nacimiento alcanzan el estado adulto, pariendo las primeras ninfas, dependiendo de la especie. El número de descendientes varía entre 19 y 53, dependiendo de la especie, en general a los diez días de vida tienen su mayor prolificidad, llegando a parir 10 ninfas/día/madre. La longevidad varía entre 35 días para *S. avenae* a 10 días para *R. rubiabdominale*. Las temperaturas bajas aumentan la duración del ciclo y disminuye la multiplicación. Durante el verano se mantienen en plantas hospederas secundarias o son traídos por los vientos de otras regiones en el otoño e invierno.

Tanto las formas adultas como las jóvenes se alimentan de savia. Los daños pueden ser ocasionados directamente a través de la succión de savia con las consecuentes disminuciones del rendimiento, como consecuencia de la disminución en el tamaño y número de granos. Sin embargo el mayor daño que causan es indirecto, dado que son transmisores del virus del enanismo amarillo, el cual es diseminado de plantas enfermas de trigo u otras especies a plantas sanas por la saliva del insecto. Una vez adquirido el virus, el mismo comienza a ser transmitido a partir de los cuatro días y durante toda su vida. La expresión de los síntomas en la planta puede aparecer a las tres semanas que fue infectada. Los mayores daños se registran cuando las infecciones se realizan en los estados iniciales de desarrollo de las plantas, mientras que las infecciones tardías a partir del elongamiento causan daños menores. Esta enfermedad puede causar síntomas de enanismo y hojas de coloración amarillo intenso con bordes rojizos, más cortas y erectas. Cuando la inoculación se registra al estado de plántula los síntomas son clorosis y enanismo. Cuando ocurre en un estado fenológico posterior, las hojas se tornan amarillas, pueden tomar tintes rojizos, siendo que en algunos casos el borde de las hojas se puede tornar aserrado. En cultivos infectados las espigas quedan erectas y pueden tomar coloraciones oscuras o decoloradas durante la maduración, como consecuencia de la presencia de hongos fitopatógenos. En trigo puede causar además de la reducción en el tamaño de la planta, disminuciones en el tamaño de la espiga, en el de las raíces, en el macollamiento, causar esterilidad y falta en el llenado de granos. La temperatura tiene importantes efectos en la manifestación de los síntomas, a 20°C se registran a los 15 días, a 25°C a las cuatro semanas, mientras que a temperaturas superiores a los 30°C no se manifiestan síntomas. El daño causado por esta enfermedad está en relación directa con el número de plantas infectadas y la intensidad de los síntomas.

Hasta mediados del 2000 se reconocía la existencia de cinco estirpes del virus, que se diferenciaban por la especificidad de transmisión de las especies vectoras y por la virulencia en los hospederos. RPV transmitida eficientemente por *R. padi*, RMV transmitida por *R. maydis*, MAV transmitida por *S. avenae*, SGV por *S. graminum* y PAV transmitida en forma indistinta por *R. padi* y *S. avenae*. Estas estirpes difieren en su virulencia relativa en las diferentes variedades del hospedero, en los síntomas producidos y la especificidad en la transmisión por las diferentes especies de áfidos. A partir de dicho año, se reconocieron géneros y especies. BYDV-PAV, BYDV-MAV y BYDV-RGV son especies del género *Luteovirus*, EL BYDV-PAV cambió la nomenclatura a virus del enanismo amarillo de los cereales (CYDV-PAV) y es una especie del género *Polerovirus* y BYDV-RMV, BYDV-GPV, BYDV-SGV pertenecen a la familia *Luteoviridae* y aún no están clasificadas en ningún género. Todos los virus de la familia *Luteoviridae* son persistentes y adquiridos por la ingestión de savia desde el floema de plantas infectadas. En un análisis de muestras provenientes de dos años de cultivos de La Estanzuela, se encontró que PAV fue predominante, aunque también se detectaron MAV y SGV.

El pulgón verde de los cereales (*S. graminum*) tiene el cuerpo con forma alargada, mide de 1.7 a 2 mm de largo, es de coloración verde amarilla y se caracteriza por tener una estría longitudinal verde-oscura en el dorso del abdomen y pequeñas manchas negras en las antenas, patas y extremidad de los sifones. Las antenas no alcanzan la base de los sifones. En el período que abarca desde la emergencia al macollaje es la especie que causa mayores daños, a medida que las plantas van creciendo se establecen en el tallo y hojas inferiores. Son problema durante la implantación de cultivos tempranos o cuando los inviernos son poco rigurosos. Esta especie causa un daño adicional, como consecuencia de la toxicidad de su savia, en los lugares picados aparecen manchas cloróticas que pueden evolucionar a la necrosis del tejido, pudiendo causar la muerte de las plántulas.

El pulgón de la hoja (*M. dirhodum*) tiene el cuerpo de alargada, mide de 2 a 3 mm de largo, con coloración general amarillo verdosa. Las antenas son largas, ultrapasan la base de los sifones. Está presente en la fase vegetativa y se lo encuentra en las hojas inferiores. Las colonias generalmente se ubican a lo largo de la nervadura central.

El pulgón de la espiga (*S. avenae*) tiene un tamaño de 2 a 3 mm, la coloración general es verde amarilla a verde oscura. Las antenas, las patas y los sifones son largos y negros. Ocurre generalmente en las espigas. En la fase vegetativa se alimenta de hojas, después que aparecieron las primeras espigas se pasa a alimentar de las espiguetas.

El pulgón de la raíz (*R. rufiabdominale*) es de color ceniza a pardo oscuro y tiene un área rojo-anaranjada alrededor de la base de los sifones. La forma del cuerpo es redondeada con un tamaño de 1,5 a 2,3 mm. Ocurre siempre en la parte subterránea. En trigo se alimenta de las raíces, corona y base del cuello, donde causa muerte de los tejidos y en consecuencia la muerte de las plantas.

El pulgón de la avena o tallo (*R. padi*) es similar al anterior con coloración del cuerpo verde oliva acastañada. Se diferencia del anterior, porque las antenas son menores a la mitad del largo del cuerpo, teniendo seis segmentos. Ocurre en la parte aérea, en trigo se lo encuentra en la vaina de las hojas.

El pulgón del maíz (*R. maidis*) es de color verde azulado y presenta una mancha púrpura alrededor de la base de los sifones. En trigo tiene hábitos similares al pulgón del tallo.

Mientras que el adulto de *Sipha* sp. tiene una coloración negro brillante, con abundante pilosidad, las ninfas son amarillentas-verdosas con sifones prácticamente imperceptibles. Se ubican en el haz de la hoja, en proximidad con la axila. Se desconoce su incidencia en el cultivo de trigo y por lo tanto no se dispone de un umbral de acción para este áfido.

Estos insectos son controlados naturalmente por parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Los parasitoides realizan la postura en el interior del cuerpo de los pulgones, donde eclosionan las larvas. Aproximadamente siete días después causan la muerte, pasando a la fase de pupa en el interior del cuerpo del hospedero. La momia de los pulgones muertos por parasitoides de los géneros *Ephedrus* e *Aphelinus* es de color negro. Los del género *Praon* tejen un casullo en la parte inferior del pulgón muerto, donde pasan la fase de pupa. Las momias de las especies del género *Aphidius*, *Diaeretiella* e *Lysiphlebus* son de coloración pardo-clara, aparentando pulgón seco, y manteniendo la forma normal del hospedero. En Brasil, se observó que algunas de las especies de parasitoides tienen diapausa estival facultativa (dormancia durante el verano) en el estado de pupa, estas características sugieren que los residuos de los cultivos deben mantenerse en la superficie del suelo, dado que son refugio para los parasitoides durante esta estación, por tal razón se debe evitar la quema de los residuos.

Los depredadores más frecuentes son los coccinelidos *Cycloneda sanguinea* y *Eriopis connexa*, moscas de la Familia Syrphidae *Allograpta* sp y neuropteros de las Familia Chrysopidae *Chrysopa* sp.

Los coccinelidos depositan los huevos sobre las hojas, en forma vertical y en grupos compactos de 10 a 50. Son alargados y de color amarillo o amarillo anaranjado. La larva es de color negro con manchas blancas y anaranjadas o amarillas. La capacidad de consumo de presas varía con la especie; se ha evaluado que *C. sanguinea* y *E. connexa* tienen respectivamente un consumo medio de 27 y 43 pulgones por día. Los adultos son de colores brillantes.

Los huevos de sirfidos son depositados en forma aislada sobre las hojas, son de color blanco y forma alargada. Las larvas son de color verde y la pupa tiene forma de lágrima. El adulto se caracteriza porque vuela posándose en el aire. Muchas veces los adultos dejan sus excrementos como manchas alquitranadas sobre las hojas. Tienen una capacidad media de consumo de 37 pulgones por día.

Los adultos de *Chrysopa* sp., son de color verde con alas con mallas y ojos dorados, depositan huevos en forma aislada, los cuales tiene un pedicelo.

También son infectados por hongos del Orden de los Entomophthorales, que penetran y se multiplican en los insectos causando enfermedades y posteriormente la muerte. Su eficiencia depende de las condiciones de temperatura y humedad.

### Aspectos de manejo a considerar:

- Para pulgones de la parte aérea, se recomienda aplicar insecticidas sólo cuando se alcanzan los siguientes niveles poblacionales de acuerdo al ciclo del cultivo: a) desde la emergencia hasta macollaje 10% de plantas infestadas, b) 10 pulgones /macollo desde la elongación hasta el embuche y c) 10 pulgones/espiga desde la espigazón hasta grano pasta. El nivel de infestación debe ser evaluado a través de monitoreos semanales de las chacras, muestreando sitios aleatoriamente en el borde e interior de las chacras.
- Los pulgones son fácilmente controlados con insecticidas. Si fuera necesario el uso de insecticidas se debe dar preferencia a los productos más selectivos. Para el pulgón de los cereales puede ser utilizado curasemillas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Insecticidas indicados para el control de pulgones (Adaptado de REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2007)

Insecticida	Dosis g i.a./ha	Formulación	Concentración (g i.a./kg o l)	Toxicidad		Intervalo de seguridad (días)	Modo de acción
				Depredadores	Parasitoides		
Clorpirifós	192	CE	480	A	B	21	C,I,P,F
Dimetoato	350	CE	400	A	S	28	C,F,S
Fenitroton*	500	CE	500	A	M	14	C,I,P
Imidacloprid	36(a)	WS	700	-	-	-	S
		FS	600	-	-	-	S
Thiametoxan	17,5(a)	WS	700	-	-	-	S
		FS	350	-	-	-	S

S=0-20% de mortalidad B=21-40% de mortalidad M=41-60% de mortalidad A=61-100% de mortalidad

C=contacto;I=ingestión;P=profundidad; S=sistémico

\* La formulación no se encuentra registrada en el país

(a) tratamiento de semilla, recomendado para el pulgón verde de los cereales

- Es fundamental la selección de métodos de control más permanentes e menos agresivos al ambiente, como las prácticas culturales, de manera de preservar a los enemigos naturales.

### 3. Filófagos-Lagartas

Este grupo está representado por dos especies *Pseudaletia adultera* conocida vulgarmente como "la lagarta del trigo" y *Faronta albilinea* denominada "lagarta desgranadora". Si bien la segunda se observa desde estados más tempranos del cultivo, la lagarta del trigo es la que alcanza grandes poblaciones que obligan al control químico.

#### Lagarta del trigo *Pseudaletia adultera*

Este insecto se localiza en el Sur de nuestro continente y en el Uruguay es responsable del uso de una cantidad importante de insecticidas. Es una especie polífona, las larvas se alimentan de distintas gramíneas tales como avena, cebada, raigrás, trigo, arroz, falaris, centeno, maíz y gramíneas de pasturas naturales. Los daños más importantes los causa en las tres primeras especies, dado que las larvas cortan el grano o la espiga. En trigo se alimentan fundamentalmente de hojas reduciendo el área foliar y como consecuencia el rendimiento; en ataques severos comen las aristas lo que incrementa aún más las pérdidas.

Los adultos de ambos sexos son similares en tamaño y aspecto. Son de color pardo ceniza claro, presentan en el ala anterior un punto blanco en el centro sobre una banda oscura. Miden aproximadamente 25 mm de longitud y 30 a 40 mm de expansión alar. Este estado tiene una duración que variable entre 7 y 27 días dependiendo del sexo, de la alimentación y de las condiciones ambientales. Emergen en las primeras horas de la mañana, tienen hábitos crepusculares y nocturnos, la mayor actividad la desarrollan

entre las 18 y 21 horas. Las hembras inmediatamente después de fecundadas, durante la noche comienzan a depositar los huevos. Una mariposa en promedio deposita en un período de 11 días un poco más de 1000 huevos, con una variación de 30 a 3000.

Los huevos son esféricos, recién depositados son de color blanco cremoso perlado y a medida que transcurre el tiempo se van oscureciendo hasta adquirir color gris previo a la eclosión. Generalmente son puestos en camadas en una o dos líneas paralelas en las hojas inferiores adheridos a las mismas por una sustancia pegajosa que es utilizada para pegar los bordes de la hoja de manera que queden protegidos de los enemigos naturales, razón por la cual es imposible visualizarlos en el campo. A veces colocan huevos en forma aislada. Cada grupo puede tener entre 1 y 500 huevos, generalmente las posturas más numerosas son las primeras. Este estado, en temperaturas normales, tiene una duración que varía entre cuatro y seis días.

Las larvas tienen la epidermis lisa casi glabra. Al nacer miden 2 mm y son de color blanco grisáceo, cuando comienzan a alimentarse tienen coloraciones verdosas que se tornan pardas a medida que continúan con su desarrollo. Al finalizar el ciclo el tamaño es de 25 mm y tienen el dorso pardo o negro con una banda castaña sobre la que se distingue otra más pálida que es continua en el tórax y discontinua en el abdomen. El estado de larva que tiene una duración promedio de 25 días y lo completan luego de pasar por seis o siete estadios. Recién emergidas se alimentan del corion, después durante 10 días comen el parénquima foliar respetando las nervaduras. A partir del cuarto estadio, cuando miden 15 mm, comen indiscriminadamente toda la hoja. El último estadio dura entre cinco y seis días; es en este momento que se alimentan con mayor voracidad, consumen aproximadamente 145 cm<sup>2</sup>, que significa 80% del total. Para tener una idea una hoja bandera mide en promedio entre 20 y 30 cm<sup>2</sup>. Los días soleados se alimentan en las primeras horas de la mañana, últimas de la tarde y en la noche, mientras que los días nublados se alimentan todo el día.

El estado de pupa se desarrolla en el suelo y tiene una duración que varía entre 9 y 16 días de acuerdo a las condiciones de temperatura.

La magnitud de los daños es variable año a año. Existen observaciones de que los veranos y/u otoños con temperaturas superiores a la media, sin el registro de excesos de agua en el suelo, predisponen a que la población de larvas en la primavera siguiente sea de consideración, lo cual es bastante lógico si se considera que este insecto pasa el invierno al estado de larva desarrollándose lentamente.

Dentro de una chacra, para oviponer los adultos seleccionan las zonas más fértiles, preferentemente donde el cultivo esté revolcado. En consecuencia estos son los sitios más afectados y donde se puede detectar el inicio de los ataques.

En nuestro país se registran entre 3 y 4 generaciones por año. El desarrollo estacional de este insecto es el siguiente: al inicio de la primavera (principios de octubre) comienzan a aparecer los primeros adultos de la última generación. Estos adultos dan origen a las larvas que causan daño en los cultivos de invierno, cuyo pico poblacional se registra en la primera quincena de noviembre. Estas larvas completan su ciclo y se transforman en adultos de primera generación, los cuales tienen actividad en los meses de diciembre, enero y febrero. Las larvas de la segunda generación probablemente se alimenten de maíz, sorgo y gramíneas naturales y sus adultos desarrollan actividad en los meses de febrero y marzo. Estos a su vez dan origen a otra generación, que se caracteriza porque el vuelo de los adultos es muy extendido en el tiempo (desde mayo hasta agosto) y poco abundante. Esta generación puede dar origen a otra.

Este insecto cuenta con una cantidad importante de agentes naturales de mortalidad (predadores, parasitoides y entomopatógenos). Los predadores más frecuentes pertenecen al Orden Coleópteros *Calosoma argentinense* y *Calosoma retusum*; en el Orden Neuróptera *Crysopa* spp. y en Hemiptera *Nabis* spp. Mientras que los primeros tienen aparato bucal masticador, los dos últimos son chupadores. En cuanto a los entomopatógenos, en nuestro país fueron observadas larvas muertas por un hongo *Zoophthora radicans* (Bentancourt y Scatoni, 1997). Las larvas afectadas pierden movilidad y cuando mueren su cuerpo queda rígido y quebradizo. Algunas veces queda recubierto por micelio y esporos. También fueron observadas larvas muertas por el virus de poliedrosis nuclear, la sintomatología de las larvas afectadas es

que pierden movilidad y al morir generalmente quedan prendidas a las hojas o espigas por las patas posteriores.

La mayoría de los parasitoides que controlan a este insecto en nuestro país (Cuadro 8) pertenecen al Orden Himenóptera que son los insectos vulgarmente conocidos como "avispa". Los mayores éxitos en el mundo en programas de control biológico con parasitoides fueron logrados con este Orden. La familia *Ichneumonidae* es una de las que cuenta con mayor número de especies útiles, los adultos realizan la oviposición dentro del cuerpo de las larvas. El género *Campoletis* está representado por varias especies. Los braconídeos son insectos pequeños, la mayoría de las especies son gregarias. La Familia *Eulophidae* está representada por un parásito externo *Euplectrus platypenae*, el cual no es muy frecuente. Dentro del Orden Diptera, la mayoría de los parasitoides pertenecen a la Familia *Tachinidae*, las hembras colocan los huevos sobre la epidermis de las lagartas, luego cuando emergen las larvas penetran en el cuerpo y se desarrollan dentro de éste. También se registró la muerte de larvas por nematodos. Se observó que la abundancia de los mismos está muy relacionada con las condiciones climáticas, son más frecuentes en años húmedos que secos. El porcentaje de parasitismo es variable entre años.

### Aspectos de manejo a considerar:

- Para el muestreo de chacras se recomienda el uso de la red entomológica y la evaluación directa. A pesar de que el uso de la red entomológica es un método de muestreo muy criticado, es muy útil para detectar el comienzo de la infestación dado que captura larvas pequeñas que son muy difíciles de observar directamente. Cuando las larvas son más grandes, la evaluación directa es el método comúnmente utilizado, la mayor ventaja que tiene es que permite expresar la densidad de larvas por unidad de superficie. Se sugiere utilizar un cuadrado de 0,5 x 0,5 de lado, se golpea suavemente el cultivo y se cuentan las larvas. Para poder tener una mejor evaluación de la situación es conveniente contar separadamente menores y mayores de 15 mm. Para detectar el inicio del ataque conviene comenzar a recorrer las zonas más fértiles y evaluar si el daño es generalizado o en focos. El monitoreo se debe comenzar en la espigazón y además del número de lagartas se debe evaluar el grado de reducción del área de la hoja bandera, la cual debe ser mantenida intacta hasta el llenado de grano debido a que es fundamental para obtener los máximos rendimientos del cultivo. Se recomienda tomar la decisión de control cuando la densidad poblacional se encuentra entre 10 y 15 lagartas/m<sup>2</sup> mayores a 1,5 cm.
- Este insecto no presenta dificultades en el control químico, por lo que existe un amplio rango de productos. Generalmente los insecticidas que realizan mejor control son los que actúan por ingestión (Cuadro 3). Cuando se realiza la selección del insecticida, un aspecto muy importante a considerar es si en las proximidades de la chacra existen semilleros de leguminosas con colmenas, dado que algunos de los insecticidas recomendados para el control de este insecto son tóxicos o muy tóxicos para las abejas.

**Cuadro 3.** Insecticidas indicados para el control de lagartas (Adaptado de REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2007)

Insecticida	Dosis g i.a./ha	Formulación	Concentración (g i.a./kg o l)	Toxicidad		Intervalo de seguridad (días)	Modo de acción
				Depredadores	Parasitoides		
Clorpirifós	480	CE	480	A	B	21	C,I,P,F
Diflubenzuron	25	WP	250	-	-	30	I
		SC	480	-	-		
Lambdacialotrina	5	CE	500	-	S	15	C,I
Lufenuron	5	CE	500	-	S	14	C,I
Triflumuron	15	SC	480	-	-	14	I
Teflubenzuron*	100	SC	150	-	-	7	I

S=0-20% de mortalidad      B=21-40% de mortalidad      M=41-60% de mortalidad      A=61-100% de mortalidad

C=contacto;I=ingestión;P=profundidad; S=sistémico

\* datos nacionales

Entre los insecticidas que controlan este insecto, se encuentran los fisiológicos que actúan por ingestión e interfieren en la síntesis de quitina durante la formación de la cutícula, por lo tanto no causan muerte de abejas. Fallas en el desarrollo de la cutícula provocan la muerte del insecto

durante el proceso de muda. Son de baja toxicidad para mamíferos y selectivos para los enemigos naturales.

### **Bibliografía consultada**

- ALVARADO, L. J. 1980. Sistemática y bionomía de coleópteros que en estados inmaduros viven en el suelo. Tesis Dr. Ciencias Naturales. La Plata, Argentina, Universidad Nacional de La Plata. 199p.
- ALZUGARAY, R. 1996. Isocas. In Seminario Técnico sobre Manejo de Insectos plagas en cultivos y pasturas. Publicación de Apoyo. INIA La Estanzuela- 12-13 noviembre. 12 p.
- ALZUGARAY, R. 1998. *Diloboderus abderus*. In Scatoni & Bentancourt (eds). Guía de insectos y ácaros de Importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía, PREDEG, GTZ. 2 p.
- ALZUGARAY, R.; LONG, C.; CASAS, J. 1991. Control de isocas en trigo. Montevideo, INIA. Hoja de divulgación n° 20. 4 p.
- ALZUGARAY, R.; RIBEIRO, A.; ZERBINO, M. S.; MORELLI, E.; CASTIGLIONI, E. 1998. Situación de los insectos del suelo en Uruguay. In M.A. Morón; A. Aragón (eds). Avances en el Estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Puebla, México. pp. 151-164.
- ALZUGARAY, R.; ZERBINO, M. S.; MORELLI, E.; CASTIGLIONI, E., RIBEIRO, A. 1998. Manejo de gusanos blancos en cultivos cerealeros en Uruguay. In Reunión Latinoamericana de Scarabaeidología (4., Viçosa, Brasil). Presentación oral a cargo de E. Morelli.
- ARAGON, J. 2004. Guía de reconocimiento y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa. 2da. Edición. INTA/SAGPyA. Agroediciones. 64 p.
- ARAGON, J.; VÁZQUEZ J.; MASIERO, B. 2001. Evaluación de daño del gusano blanco *Diloboderus abderus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en trigo. In Resúmenes de Protección Vegetal. V Congreso Nacional de Trigo. Septiembre de 2001. V. Carlos Paz, Cba.
- BENTANCOURT, C. M.; SCATONI, I. B. 1997. Enemigo naturales de lepidóptero. Una revisión con relación al Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 62 p.
- CASTIGLIONI, E. 1996. Evaluación de tres dosis del activo Fipronil en el control de isocas, en tratamiento de semilla. Financiado por PROQUIMUR.
- CASTIGLIONI, E. 2001. Manejo de la fauna del suelo e insectos plaga. In Díaz, R. (ed). Siembra directa en el Cono Sur. Montevideo. PROCISUR p. 89-101.
- CASTIGLIONI, E.; BENITEZ, A. 1997a. Relación entre el manejo de suelo y de rastrojo y la incidencia de isocas (Coleoptera, Scarabaeidae). In Reunião Sul-Brasileira de Insetos de Solo (6, 1997, Santa María, Brasil)
- CASTIGLIONI, E.; BENITEZ, A. 1997b. Relevamiento de isocas (Coleoptera, Scarabaeidae) en secuencias de cultivos bajo laboreo y siembra directa. In Reunião Sul-Brasileira de Insetos de Solo (6, 1997, Santa María, Brasil)
- DA SILVA, M.T.B. 1993. Aspectos biológicos, danos e controle de *Diloboderus abderus* (Sturm, 1826). In Reunião Sul-Brasileira de insetos do solo. 17-19 de agosto de 1993. Passo Fundo, Brasil. p. 65-74.

- GASSEN, D.N. 1984. Insetos associados a cultura do trigo no Brasil. EMBRAPA CNPT. Circular Técnica N°3. 39 p.
- GASSEN, D.N. 1988. Controle Biológico de Pulgões do Trigo. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT. Documentos 3. 13p.
- GASSEN, D.N. 1989. Insectos subterrâneos prejudiciais às culturas no Sul do Brasil. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT. Documentos N°13. 72 p.
- GASSEN, D.N. 1993. Corós associados no sistema plantio direto. In Plantio direto no Brasil. De. CNPT-EMBRAPA; FUNDACEP-FECOTRIGO; FUNDAÇÃO ABC. Passo Fundo, Aldeia Norte. p. 141-149.
- GASSEN, D.N. 1996. Manejo de Pragas Associadas à cultura do milho. Passo Fundo. Aldeia Norte. 134p.
- IANNONE, N. 1998. Toma de decisión para el control de gusanos blancos en el cultivo de trigo. INTA-Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria 3(7):24-26.
- LANTERI, A.; DIAZ, N.; LOIACONO, M.; MARVALDI, A. 1997. Gorgojos perjudiciales a los cultivos de trigo en la Argentina (Coleoptera: Curculionidae). Rev. Soc. Entomol. Argent 56 (1-4) 77-89.
- LANTERI, A.; DIAZ, N.; MORRONE, J. 1994. Identificación de especies. In Lanteri, A. (dir.) Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfalfa. De La Campana, La Plata. pp. 3-40.
- LANZARINI, A. C. 2006. Alterações metabólicas, eficiência da transmissão e danos promovidos pelo Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) em cinco cultivares de trigo. Tesis para obtenção de título de Mestre em Agronomia. Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Brasil. 86 p.
- LOIÁCONO, M.; MARVALDI, A. 1994. Biología y daños ocasionados. In Lanteri, A. (dir.). Bases para el control integrado de los gorgojos de la alfalfa. De La Campana, La Plata. pp. 49-55.
- MGAP DSV. Servicio de Asistencia Fitosanitaria. 1984. Manual Fitosanitario de trigo; Afidos. Cap. 6.2 pp. 6.2.1-6.1.10.
- MOREY, C.S.; ALZUGARAY, R. 1982. Biología y comportamiento de *D. abderus* (Sturm) (Coleoptera: Scarabaeidae). Uruguay. MGAP. Sanidad Vegetal. Boletín Técnico N°5. 44 p.
- PEREA, C.; NUÑEZ, S. 1981. Importancia de los pulgones del trigo en el Uruguay. MAP-CIAAB. Miscelánea N° 31. 21 p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO (27, 1995, Porto Alegre). Control de Pragas. In Recomendação da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo. 1995. Porto Alegre. A Comissão, 1995. p. 52-58.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (38.), REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE (21., 2006, PASSO FUNDO, RS, BR). 2007. Informações técnicas para a safra 2007: trigo e triticales. Org. J.C.B. Lhamby; B. Bacaltchuk. Passo Fundo, EMBRAPA Trigo. 75 p. (Documentos no. 69).
- RIBEIRO, A.; ROCCO, J. 1997. Capacidad de traslado de larvas del tercer instar de *D. abderus* (Sturm). In Reunión Sul - Brasileira de Insetos de Solo (6, 1997, Santa María, Brasil)
- RIBEIRO, A.; ROCCO, J.; NOËLL, S. 1997. Efecto de densidades larvales de *Diloboderus abderus* (Sturm) en la implantación de aveia e cevada. In Reunión Sul - Brasileira de Insetos de Solo (6, 1997; Santa María, Brasil).

- ROZA GOMES, M. F. 2006. Danos do afideo *Rhopalosiphum Padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em função da duração e do nível de infestação, em estádios iniciais de trigo. Tesis apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Brasil. 73 p.
- SALVADORI, J.R. 2000. Pragas do trigo no Brasil. In Guedes, J.C.; da Costa, I.D.; Castiglioni, E. (eds). Bases e Técnicas do Manejo de Insetos. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS; Pallotti. p. 155-167.
- ZERBINO, M. S. 1981. Situación de los Pulgones en Uruguay. Informe presentado en la Reunión de Especialistas Nacionales en Pulgones. 2-6 de noviembre de 1981. INIA IICA CONO SUR BID. Santiago, Chile. p. 128-141
- ZERBINO, M. S. 1986. Control de pulgón en avena. Revista del Plan Agropecuario N° 36.
- ZERBINO, M. S. 1997. Relevamiento de insectos en siembra directa. Jornada Nacional de Siembra Directa. (5, Mercedes, Uruguay). AUSID. p. 16.
- ZERBINO, M. S. 1999. Plagas en sistemas de producción con siembra directa. Curso Plan Agropecuario. Cardona. 24/8/99. 16 p.
- ZERBINO, M. S. 1999. Plagas en sistemas de producción lecheros y ganaderos con siembra directa. Curso Plan Agropecuario. Florida. 28/10/99. 16 p.
- ZERBINO, M. S. 2000. Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo. Curso de siembra directa. Plan Agropecuario. Rodríguez. 10/8/2000. II Curso de siembra directa. Plan Agropecuario. Cardona. 15/8/2000. INIA. Actividades de Difusión n°229. 23 p.
- ZERBINO, M. S. 2000. Estudio del efecto de la Siembra Directa y algunos factores de manejo sobre la macrofauna del suelo. Jornada Nacional de Siembra Directa (8., Mercedes) 42-50p.
- ZERBINO, M. S. 2000. Insectos en trigo y cebada. In Zerbino, M.S.; Ribeiro, A. (eds) Manejo de plagas en pasturas y cultivos. INIA, Montevideo, Serie Técnica n° 112. p. 31 - 47.
- ZERBINO, M. S., ALZUGARAY, R. 1998. *Cyclocephala signaticollis*. In Scatoni & Bentancourt eds. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía, PREDEG, GTZ. 2 p.
- ZÚÑIGA, E. 1987. World perspective on Barley Yellow Dwarf. In Burnett, P.A. (ed). Proceedings of the International Workshop. Udine -Italy. DCAS/CIMMYT. P. 362-367.

# CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO

Facultad de Agronomía - EEMAC 2006

Año II. INIA Tero, INIA Carancho, INIA Don Alberto, INIA 05-2, e INIA Carpintero

Esteban Hoffman<sup>1</sup>, Pablo Mesa<sup>2</sup> y Mónica Cadenazzi<sup>3</sup>

## Introducción y Antecedentes

La productividad para los cultivos de invierno en Uruguay, cada vez más, depende de manejar en forma diferencial a los distintos cultivares, particularmente frente a condiciones climáticas desfavorables. Ajustar el manejo de los mismos en forma específica, crea la necesidad de disponer de información que permita entender y predecir la respuesta diferencial entre cultivares, haciendo énfasis en el ajuste preciso de la época y densidad de siembra. Para el manejo de la población, la información nacional disponible, muestra desde hace tiempo la conveniencia de abandonar la recomendación tradicional de 300 plantas.m<sup>-2</sup> (Hoffman, 1995, Hoffman et al., 2002<sup>a</sup>, Hoffman et al. 2005, Hoffman et al., 2006), aunque aún se observan situaciones de chacra con poblaciones incluso mayores. En tal sentido se ha avanzado sistemáticamente desde hace casi 10 años con cultivares de cebada cervecera y son claras las ventajas en cuanto a mejoras en el rendimiento, calidad, incidencia de vuelco y reducción de costos, por bajar y ajustar la población en forma diferencial para cada cultivar (Hoffman et al., 2002b). El tipo de respuesta de los cultivares a las distintas medidas de manejo está altamente relacionado con las características de crecimiento, en particular con las diferencias en crecimiento inicial de cada cultivar (Hoffman et al. 1994; Hoffman y Benítez, 2000; Hoffman et al., 2001; Hoffman y Benítez, 2001). Hoffman et al. (1993) agruparon en 4 categorías a los materiales de cebada usados a nivel productivo en el país, teniendo en cuenta características de crecimiento inicial como son: área foliar a tres hojas, inicio de macollaje, presencia de macollo del coleoptile (T<sub>0</sub>), sincronización y velocidad de macollaje, y peso de macollos. Hoffman, Siri y Ernst (1994) mostraron que estas características pueden ser estudiadas con mayor precisión en invernáculo y que el comportamiento en estas condiciones está muy relacionado con lo observado a nivel de campo. A su vez, Castro, Siri y Hoffman (1994), reportan que estas características están correlacionadas con el desempeño a campo de un cultivar, permitiendo eliminar tempranamente cultivares con características de crecimiento inicial indeseables para nuestras condiciones.

El trabajo que viene realizando la Facultad de Agronomía desde el año 1996, muestra que para cebada cervecera existe una relación estrecha entre la respuesta de un cultivar a la población y el grupo de crecimiento al cual pertenece (Hoffman, Benítez, Hoffman et al, 1999, 2000, 2001 y 2002a). La información disponible para trigo también muestra que existe variabilidad importante en el tipo de respuesta a la población para distintos cultivares (Hoffman, 1995; Hoffman, Ernst, 1999, Hoffman, Benítez, 2000 Hoffman et al. 2001 y Hoffman et al. 2005). El método de caracterización de cultivares propuesto para cebada cervecera por Hoffman y Benítez. (1999), permite estudiar las características de crecimiento antes mencionadas en invernáculo y campo, y analizar la relación con la respuesta a la población para nuevos cultivares, en contraste con testigos de comportamiento conocido.

En el año 1999 se iniciaron los trabajos de caracterización de cultivares de trigo. De ello que para las condiciones ambientales del Uruguay, el óptimo poblacional en trigo, independientemente del cultivar, está en promedio entorno a las 200 pl.m<sup>-2</sup> (30-35 plantas.m<sup>-1</sup> lineal). De estos trabajos también surge que las grandes diferencias observadas en crecimiento inicial entre cultivares además de repetibles en el tiempo (Hoffman et al. 2006), condicionan su respuesta al ambiente y a la población. Claramente sin información específica y detallada, el análisis empírico del posible comportamientos de distintos cultivares en base a pocas características tomadas en forma aislada, puede llevar a errores en el ajuste de la población. El manejo de la población es más complejo que bajar la densidad de siembra para cultivares de elevada capacidad de macollaje o aumentarla para aquellos de menor capacidad (Hoffman y Benítez 2003). Por lo tanto, baja capacidad de macollaje como característica identificatoria

<sup>1</sup> Profesor Adjunto. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal.- EEMAC-Facultad de Agronomía

<sup>2</sup> Ayudante de Investigación. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal.- EEMAC-Facultad de Agronomía

<sup>3</sup> Profesor Adjunto. Departamento de Biometría, Estadística y Cómputos. EEMAC-Facultad de Agronomía

de un cultivar, no puede ser la única base para sugerir aumentos de población para ese material. La Facultad ha generado abundante información que muestra que si el bajo macollaje de un cultivar es el resultado de un inicio de macollaje tardío, la respuesta al incremento de la población puede no existir o ser negativa. Respuestas de este tipo son reportadas para Prointa Quintal, INIA. Boyero e INIA Churrinche (Hoffman et al, 2001, Hoffman et al. 2002<sup>a</sup>, Hoffman et al. 2003 y Hoffman et al., 2004).

Para el año 2006 se ingresa al segundo año de caracterización de los siguientes cultivares: INIA Tero, INIA Carancho, LE 2331 (INIA Don Alberto), LE 2333 (INIA Carpintero) y LE 2332 pertenecientes a INIA y el primer año del cultivar Bionita 1001 presentado por ADP SA.

Para el año 2005 (1<sup>er</sup> año de caracterización de estos cultivares), el potencial promedio se ubico cercano a los 6000 kg.ha<sup>-1</sup>, resultado de elevados niveles de producción de biomasa total (14000 Kg MS.ha<sup>-1</sup>) manteniéndose un índice de cosecha de 41%. Para todos los cultivares evaluados, no existió interacción cultivar - población óptima, y para todos ellos el óptimo se ubico entorno a las 30 plantas.m<sup>-1</sup>. Las principales diferencias estuvieron en el potencial medio de los cultivares evaluados, en donde el cultivar INIA Don Alberto (LE 2331) alcanzo en promedio 7000 kg.ha<sup>-1</sup> (1300 kg.ha<sup>-1</sup> por encima del testigo INIA Churrinche) y en el extremo opuesto se ubico INIA Tero con 2000 kg.ha<sup>-1</sup> menos que INIA Don Alberto. Este además, es el primer año en donde las diferencias entre cultivares estuvieron directamente asociadas a la producción de biomasa total a cosecha (Hoffman et al., 2006).

## Materiales y Métodos

El ensayo se realiza en el invierno del año 2006, en el campo experimental de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía en Paysandú.

Para el experimento a campo, el diseño utilizado fue un factorial completo de población por cultivar en bloques al azar con 4 repeticiones. Dos de los bloques fueron mantenidos libres de enfermedades con fungicidas y los otros dos sin fungicidas. Las poblaciones objetivo a evaluar fueron: 15, 30 y 45 plantas.m<sup>-1</sup> sembradas a una distancia entre hileras de 15cm (100, 200 y 300 plantas.m<sup>-2</sup>). Los cultivares evaluados fueron: INIA Tero, INIA Carancho, INIA Churrinche, INIA Tijereta y tres líneas nuevas de INIA: INIA Don Alberto (LE 2331), INIA Carpintero (LE 2333) y LE 2332, y el cultivar Bionita 1001 perteneciente a ADP SA. Los testigos comerciales utilizados son: *INIA Tijereta*, el cual muestra alta capacidad de macollaje y buena sincronización del mismo, presentando un buen desempeño tanto en rendimiento como en calidad (% de proteína en grano) a poblaciones en el entorno a las 30 plantas.m<sup>-1</sup> (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 2002a). El otro cultivar es *INIA Churrinche*, de baja capacidad de macollaje y regular sincronización, presenta buen desempeño tanto en rendimiento como en calidad a poblaciones menores, en el entorno a 25 a 30 plantas.m<sup>-1</sup> (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 2003).

La siembra se realizó el 5 de julio, en parcelas de 6 m de largo por 1.0 m de ancho. Las determinaciones realizadas fueron: plantas.m<sup>-1</sup>, macollos.m<sup>-2</sup> en Z 30, espigas.m<sup>-2</sup>, biomasa total a cosecha, rendimiento en grano, número de granos.espiga<sup>-1</sup> y peso de grano a cosecha. Los parámetros de calidad determinados fueron: contenido de N en grano y peso hectolítrico.

Los nutrientes fueron ajustados en forma objetiva en base a análisis de suelo y planta en base a Perdomo et al., (1999) y Hoffman et al., (2001). A la siembra se fertilizo con 110 kg.ha<sup>-1</sup> de 28-28-0 resultado de un nivel de N-NO<sub>3</sub> en suelo (0-20cm) de 6 ppm y P (Bray I) de 12 ppm. A Z 22 el análisis de suelo (N-NO<sub>3</sub> de 18 ppm) llevo a que no fuese necesario el agregado de N. A Z 30 el contenido medio de N en planta fue de 3.6 %, por la cual se corrigió con 40 Kg de urea. En cuanto al control de malezas, a inicio de macollaje se utilizaron 80 g/ha de Hussar, luego se prosiguió el control de malezas de forma manual, para complementar el control y evitar el uso de otra Sulfonilureas en exceso. El ensayo se mantuvo libre de enfermedades en los bloques con tratamiento sanitario, en base a aplicaciones de fungicidas a partir de Z 33 (1 lt.ha<sup>-1</sup> Opera y Allegro de forma alternada, cada 20 días), completándose al final del ciclo 3 aplicaciones.

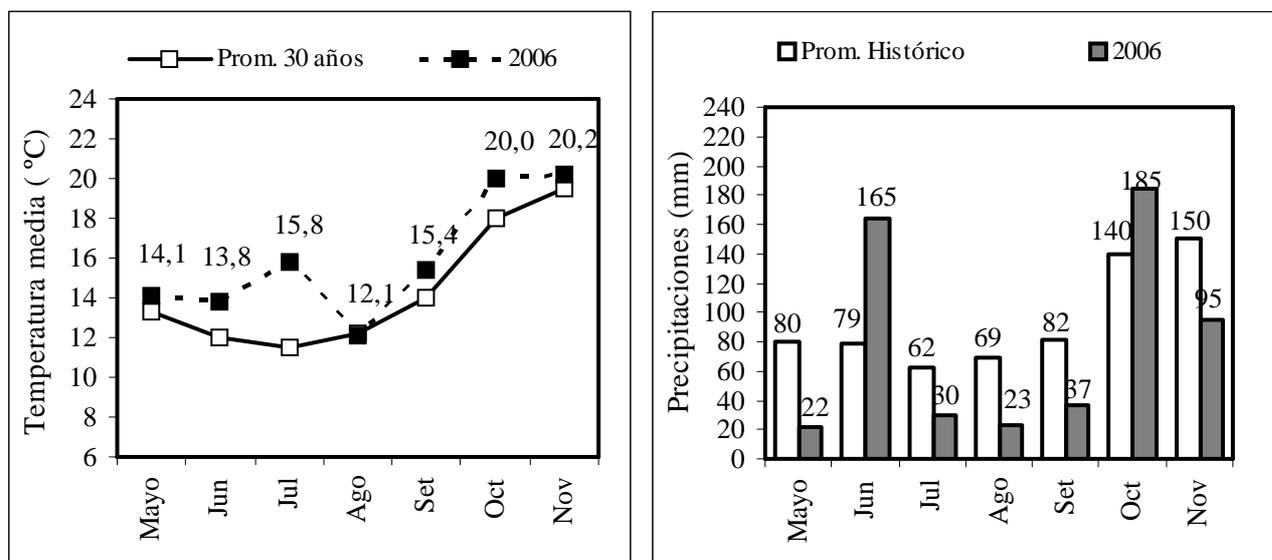
El trabajo de caracterización del crecimiento inicial en invernáculo se llevó a cabo en tarrinas de 60\*40\*20 cm. con una mezcla de 2/3 de suelo y 1/3 de arena. Sembrándose el 27 de Julio un cultivar

por tarrina con tres líneas de 20 plantas cada una. A la siembra se realiza fertilización equivalente a 150  $\text{Ka}\cdot\text{ha}^{-1}$  de 18-46-0 y en el momento del macollaje se refertiliza con el equivalente a 100  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de urea.

Las determinaciones realizadas fueron: área foliar a 3 hojas en 10 plantas marcadas emergidas el mismo día, emisión de hojas y macollos de cada planta marcada mediante escala Haun. (1973). Para el total de las plantas se determinó la evolución del macollaje cada tres días, el % de plantas sin macollar y ausencia de  $T_1$ . El trabajo en este ambiente es acompañado del registro diario de temperatura con termómetros digitales de pastillas de registro continuo (registros a intervalos de 1 hora).

### Caracterización climática del año

En la figura 1 se presenta la información sobre las precipitaciones y el régimen térmico para el año 2006, en relación al promedio histórico para Paysandú.



**Figura 1.** Precipitaciones y temperatura media mensual para el año 2006 en relación a los promedios históricos (30 años) para Paysandú.

Para el año 2006, si bien podemos considerar que la siembra se realizó en un suelo cercano a capacidad de campo, las precipitaciones en los primeros estadios de crecimiento fueron sensiblemente inferiores al promedio. A diferencia de lo ocurrido en el 2005, esta situación se mantuvo hasta el período de mayor consumo y concreción del potencial (encañado). Como fuese analizado por Hoffman et al., (2006), es probable que el déficit hídrico durante el período antes mencionado haya afectado el potencial de rendimiento en su fase de concreción (Z 30 a Z 65). La temperatura, por otra parte, fue muy elevada en la mayor parte del ciclo, excepto para el mes de agosto, cuando el cultivo se encontraba en plena etapa de macollaje. Como la fecha de siembra de los experimentos de campo se retrasó un mes en relación a lo normal, debido a las elevadas precipitaciones durante el mes de junio, gran parte de ciclo de cultivo se ubico en meses de mayor temperatura en la zona norte. Cabe aclarar que este resultó ser uno de los años de mayor temperatura similar a 1999, en los estadios iniciales de crecimiento y desarrollo (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Régimen térmico en campo desde emergencia hasta Z 3.0 del año 2006, en relación a los años anteriores.

	Temp. Media (°C)	Días con más de 20°	Días con más de 28°
<b>1999</b>	15,4	33	3
<b>2000</b>	11,4	5	0
<b>2003</b>	11,6	2	0
<b>2004</b>	14,0	7	0
<b>2005</b>	12,3	8	0
<b>2006</b>	15.9	28	3

Como se observa en el cuadro la temperatura media para este período fue de las más elevadas en los últimos 6 años. Sin embargo a diferencia de los registrado durante el primer año de caracterización de la mayoría de los cultivares evaluados (2005), la evolución desde la emergencia (figura 2) como será discutido a continuación, afectó en forma muy específica a las distintas variables que definen el crecimiento inicial.

## Resultados y Discusión

### *Caracterización del crecimiento inicial*

En el cuadro 2 se presenta el comportamiento promedio en cuanto a crecimiento inicial en condiciones de invernáculo, de los cultivares utilizados como testigos para distintos años de caracterización. En estas condiciones, los diferentes cultivares son sometidos en los estados iniciales de crecimiento a temperaturas superiores a las registradas en el campo (2 a 4 °C) (Hoffman et al., 2005).

**Cuadro 2.** Crecimiento inicial en condiciones de invernáculo para los cultivares testigo en distintos años de caracterización.

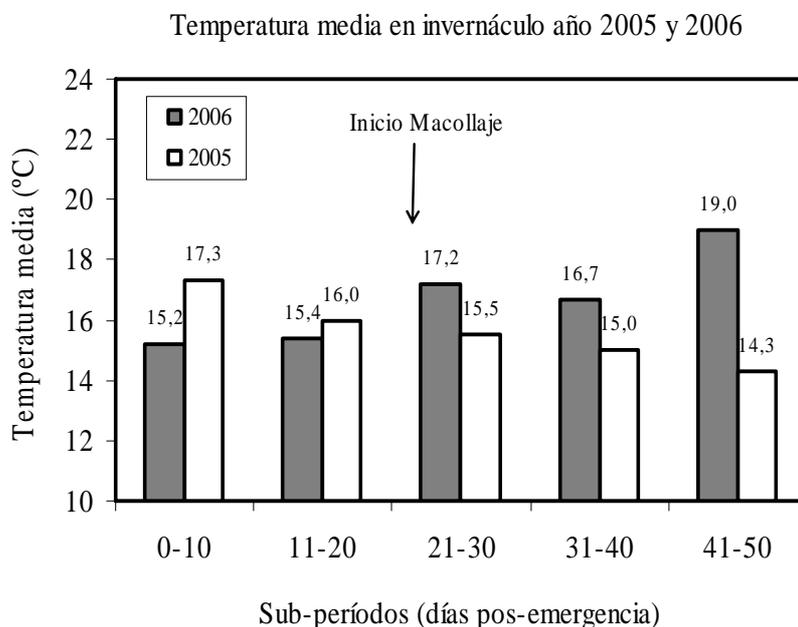
Año	Macollaje Relativo (%)	Inicio macollaje		Sincronización (Dif. En días Tp - T2)	plantas que no macollan (%)	Plantas que saltean T1 (% de las que macollan)
		Dpe	Haun del Tp			
<b>1999</b>	46	30,0	4,3	24,0	50	50
<b>2000</b>	100*	24,0	3,0	31,0	0	0
<b>2003</b>	129	27,7	3,5	28,4	5	11
<b>2004</b>	141	24,0	3,6	24,5	0	20
<b>2005</b>	86	15.4	3.2	21.5	0	0
<b>2006</b>	91	23.5	4.0	25.0	20	40

Temperatura media en invernáculo: 1999= 16,9 °C    2000= 14,3 °C    2003= 15,4 °C    2004= 14.7 °C  
2005=15.7°C    2006 = 16.7°C

\*100= 3,5 macollos/planta

Como viene siendo sistemáticamente diagnosticado, en general las elevadas temperaturas retrasan fenológicamente el inicio del macollaje, y se reduce el macollaje. Esto ocurre como consecuencia de lo anteriormente mencionado, pero sobre todo porque se incrementa la proporción de plantas que no macollan y/o suspenden la aparición del primer macollo natural (T<sub>1</sub>). Sin embargo distintas evoluciones de la temperatura en invernáculo en este corto período del ciclo de cultivo, genera cambios que pueden alterar una relación lineal entre algunos parámetros del crecimiento inicial y la temperatura.

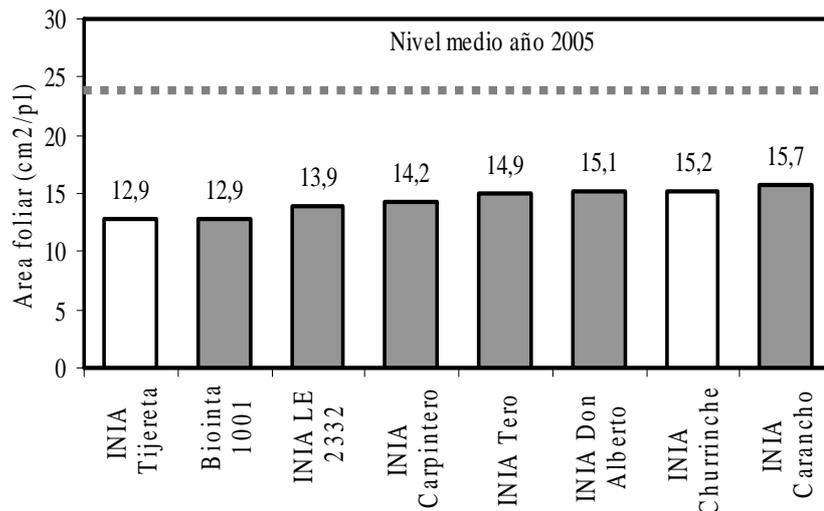
Si bien hay coincidencia en que mayores temperaturas disminuyen el macollaje, como consecuencia del retraso en su inicio y una consecuente mayor desincronización (Hoffman et al., 2006), en base a la información del cuadro anterior, el macollaje relativo es mayor a lo esperado y la desincronización e incluso el tamaño de plantas deberían haber sido mayores. Esta aparente inconsistencia estaría explicada por lo que ocurrió en este año con las temperaturas en distintos sub-períodos del crecimiento inicial (fig. 2).



**Figura 2.** Temperatura media para distintos sub-períodos desde la emergencia hasta Z 30, en invernáculo para el 2005 y 2006 (Tem. Media 15.6 y 16.7 °C, para el año 2005 y 2006, respectivamente).

Vemos que para la fase inicial (emisión de hojas – inicio de macollaje), las temperaturas fueron más bajas en el 2006, esto puede explicar porque el inicio de macollaje, a pesar de la temperatura media de todo el período, no ocurrió tan tarde como para un año con similar temperatura media (1999). En base a la información nacional reportada en trabajos anteriores (Hoffman et al. 2001, 2002<sup>a</sup>, 2005 y 2006), si se hubiesen dado temperaturas más altas hasta 3 hojas (20 1<sup>ros</sup> días), el macollaje se hubiese iniciado antes, como se observa para el año 2005. Como las temperaturas subieron partir de inició el macollaje, la desincronización en el 2006 fue mayor que la del año 2005 y sensiblemente superior el % de plantas que no macollan o se saltean el T<sub>1</sub> (cuadro 2).

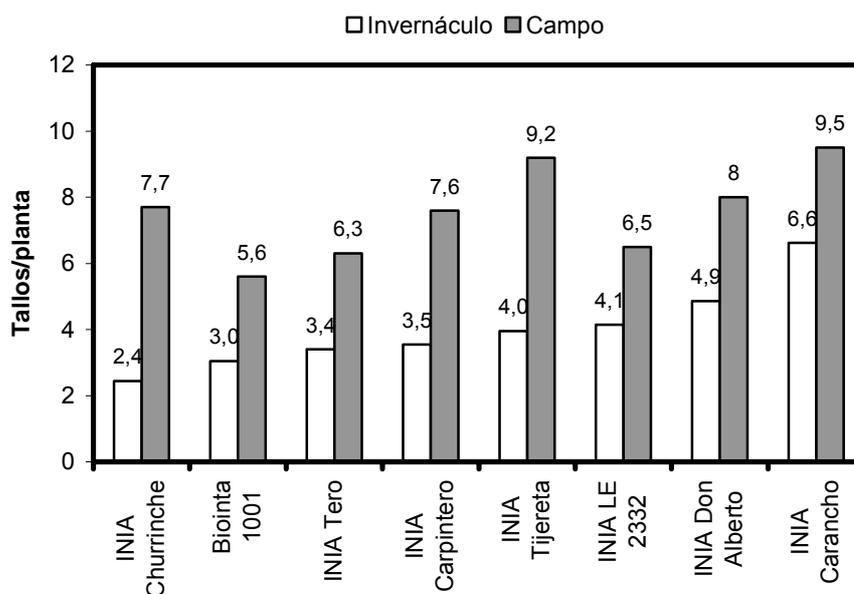
Considerando solo la temperatura media de todo el período de crecimiento inicial (16.7 °C), deberíamos también esperar un elevado tamaño de planta, sin embargo como este se define durante los primeros 20 días de crecimiento, para el año 2006, al AF/planta debería ser menor al del 2005, a pesar de las diferencias en temperatura media del todo el período para ambos años (figura 3).



**Figura 3.** Área foliar por planta, a tres hojas (Z 20) en invernáculo, para los cultivares evaluados en relación a los testigos para el 2006.

El área foliar promedio a tres hojas para todos los cultivares en el 2005 fue de 14.4 cm<sup>2</sup>/planta, un 40 % inferior al tamaño de planta registrado para los cultivares caracterizados en el año 2005. Además a diferencia de los observado para el año 2005, en el 2006 no hay diferencias entre cultivares (Hoffman et al., 2006). Esto claramente obedece a una temperatura más baja durante los primeros 20 días de crecimiento, sin embargo cuando estos fueron expuestos a mayores temperaturas (2005) se observó lo siguiente: los cultivares recientemente lanzados al mercado (Tero y Carancho), tienen una planta tan chica como la de Tijereta y, en el otro extremo, se encuentran las líneas nuevas (Carpintero y Don Alberto), con plantas mayores a la de Churrinche. El testigo Churrinche cuando es sometido a pocos días de temperaturas elevadas, ha presentado sistemáticamente un tipo de planta grande (Hoffman et al. 2003; Hoffman et al. 2004), y similar a las de algunos cultivares de cebada de planta chica (Hoffman, Benítez, 2000; Hoffman et al., 2001).

En el campo, como siempre, el macollaje es superior al registrado en invernáculo y en 2006 además se extendió a parte de septiembre como consecuencia de la fecha de siembra más tardía. Dado que el campo se sembró a principios de julio y en invernáculo a fines de este, en pleno macollaje se dio baja temperatura en el campo y más elevada en invernáculo. Esto permitiría discriminar mejor las diferencias en capacidad de macollaje en campo entre cultivares y evaluar que tan afectado puede ser cuando el cultivar se somete a condiciones desfavorable de elevada temperatura, sobre todo para este año en donde las temperaturas en invernáculo en este estadio fueron muy elevadas (figura 4).



	2005		2006	
	Invernáculo	Campo	Invernáculo	Campo
I. Churrinche	2,6	3,8	2,4	7,7
I. Tijereta	3,6	4,4	4,0	9,2
Media todos los cultivares	3,4	4,1	4,0	7,55

**Figura 4.** Capacidad de macollaje en invernáculo y a campo para todos los cultivares en el 2006 para una población equivalente a las 20 pl.m<sup>-1</sup>. (MDS 5% para macollos / planta a campo =0.82).

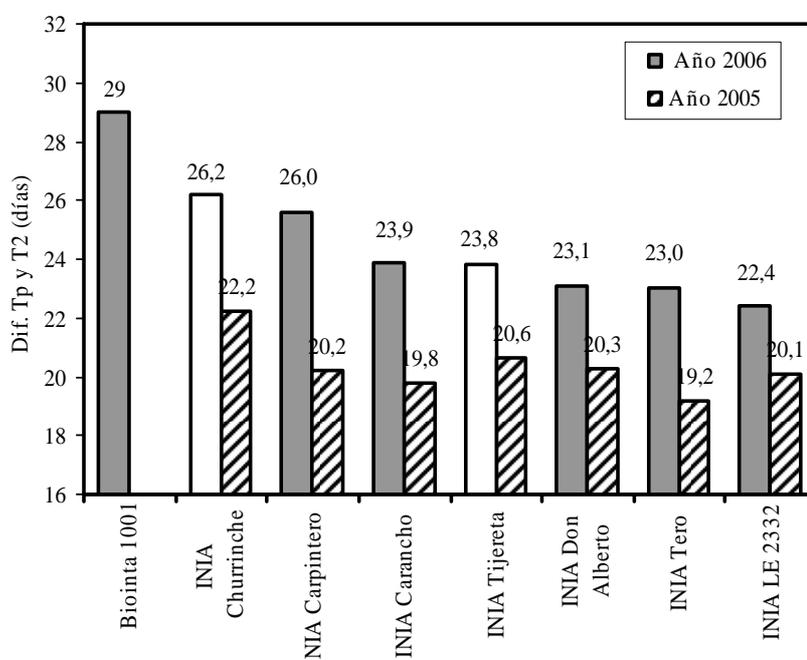
Coincidiendo con la información generada en años anteriores, el testigo INIA Tijereta, es el de mayor macollaje, INIA Churrinche de menor capacidad de macollaje el cual es particularmente afectado por las altas temperaturas, consecuencia del retraso en el inicio de macollaje y la mayor desincronización. Para este año y reafirmando lo observado durante el 2005, INIA Carancho, evidenció ser un cultivar de elevado macollaje, que lograr mantener a elevadas temperaturas. Los cultivares INIA Tero, LE 2332 y Biointa 1001, muestran menor capacidad de macollaje en campo, siendo el cultivar LE 2332, el que en términos relativos mantiene un nivel de reducción en invernáculo menor. Biointa 1001, cultivar que esta recién en su 1<sup>er</sup> año de caracterización, es un cultivar de ciclo corto que además mostró bajo macollaje. Los dos cultivares recientemente liberados por INIA, Carpintero (LE 2333) y Don Alberto (LE 2331), confirmando los resultados obtenidos en el primer año, son de media a elevada capacidad de macollaje respectivamente. Destacándose Don Alberto, que además evidencia muy buen comportamiento a elevadas temperatura. La evada temperatura, redujo el macollaje en un 39 y 55 % para Don Alberto y Carpintero, respectivamente. Esta información ha mostrado ser relevante a la hora de estudiar la adaptación de los distintos cultivares a regiones contratantes y como condicionante de la respuesta a factores de manejo tales como la época de siembra y el manejo de la población (Hoffman et al., 2005).

En el siguiente cuadro se presenta para todos lo cultivares evaluados los componentes básicos que definen en conjunto el tipo de crecimiento inicial.

**Cuadro 3.** Crecimiento inicial en invernáculo para todos los cultivares en relación a los testigos, para el año 2006.

Variedad	Com. Mac.	Com. Mac.	Sincronización	Sincronización	Plantas s/macollars	Plantas s/T1 (%)
	DPE	Haun del Tp	Dif. Tp-T2 (días)	Dif. Tp-T2 (Haun)		
<b>INIA Tijereta</b>	21.4	3.62	23.8	3.77	0	10
<b>INIA Churrinche</b>	25.5	4.46	26.2	4.15	40	70
Biointa 1001	21.3	3.39	29.0	<b>4.38</b>	0	0
INIA Carancho	21.7	3.36	23.9	3.51	0	30
INIA Tero	22.8	3.75	23	3.58	10	90
INIA Don Alberto LE 2331	20.4	3.29	23.1	3.5	0	0
INIA LE 2332	21.2	3.59	22.4	3.6	0	0
INIA Carpintero LE 2333	25.9	4.06	26	3.78	0	40

**Nota:** Promedio de plantas marcadas.



**Figura 5.** Sincronización de macollaje en invernáculo para todos los cultivares evaluados durante el 2006, en comparación a lo observado durante el año 2005.

En primer lugar cabe mencionar que en promedio, como fue comentado anteriormente, el macollaje se inició más tarde que el año 2005 y la sincronización en general fue peor. En segundo lugar, y como viene ocurriendo sistemáticamente, los testigos se comportaron como era esperable en relación a la información disponible. INIA. Tijereta cultivar plástico, de planta chica, inicia temprano el macollaje. INIA. Churrinche cultivar poco plástico, presenta plantas más grandes y macollaje más desincronizado (Hoffman et al. 2004, 2005 y 2006).

Como se desprende del cuadro 3 y la figura 5, existe un grupo de cultivares sincronizados sobre todo cuando se someten a mayores temperaturas, que podrían ser considerados similares a el testigo INIA tijereta. Sin embargo cuando consideramos otras características estos materiales además del ciclo, se comportan en forma diferente.

INIA Tero, repite el comportamiento de 2005 y si bien es un cultivar de muy buena sincronización, comienza el macollaje un poco más tarde, y basado en la muy elevada proporción de

plantas que saltean el T<sub>1</sub>, podríamos afirmar que es un cultivar que seguramente no se adapte a zonas calientes y épocas de siembra tardías. También y a pesar de su menor capacidad de macollaje en estos ambientes debería evitarse manejarlo con poblaciones elevadas mayores a las 35 plantas.m<sup>-1</sup>.

**INIA Carancho**, también repite lo observado en el 2005, de mayor capacidad de macollaje, no presentan plantas sin macollos y no saltea el T<sub>1</sub>, con buena sincronización, y mantiene su macollaje elevado en ambientes calientes. Si no fuese por sus problemas con Roya de la hoja (Castro et al., 2006, Castro, Díaz y Germán. 2007), podría ser una opción para siembras en el norte y más plástico en cuanto a rango de fecha de siembra. Por su tamaño de planta y las variables antes analizadas, también podría tolerar mejor que INIA Tero poblaciones mayores.

**INIA Don Alberto**. Como será discutido más adelante es el cultivar que ha mostrado mayor potencial en ambos años de caracterización, el cual parece estar fuertemente asociado con su capacidad para producir elevados niveles de biomasa total (2005) y mantener un I. de cosecha elevado (2006). Se presentó como un cultivar muy equilibrado en cuanto a capacidad de macollaje, especialmente en ambientes desfavorables. Inicia el macollaje muy temprano, presentó siempre buena sincronización y sin defectos en cuanto a plantas que no macollan o saltean el macollo de mejor productividad. Cultivares como estos, se han mostrado muy estables y adaptables a las condiciones particulares del Uruguay (Hoffman et al., 2005).

**INIA Carpintero**. A diferencia de Don Alberto, en las condiciones del Norte ha mostrado en ambos años menor potencial de rendimiento (por menor potencial de producción de biomasa e índice de cosecha), lo cual parece ser razonable en cuanto a que sería un cultivar más dependiente del frío para lograr un desempeño favorable. Su mayor largo de ciclo y aparente menor respuesta a fotoperíodo contribuirían a este análisis. Similar a I. Churrinche, frente a elevadas temperaturas inicia tardíamente el macollaje, se desincroniza y es mayor la frecuencia de plantas sin T<sub>1</sub>. Esto lleva a que en ambiente de alta temperatura baje su macollaje. De todas formas en condiciones de frío podría desempeñarse mejor que Churrinche.

**Biointa 1001**. Es un cultivar con ventajas en cuanto a su ciclo y su buen comportamiento frente a roya de la hoja (Castro, Díaz y Germán. 2007), dado que el 2006 es su primer año de caracterización, la información no es concluyente.

A campo fue el cultivar que mostró el más bajo macollaje y se pudo observar para este año una fuerte tendencia al doble estrato de espigas. Seguramente este comportamiento obedece a sus características de crecimiento inicial:

- Si bien parece no ser tan sensible como I. Churrinche al aumento de temperatura, podría ser clasificado como un cultivar de bajo macollaje.
- Su macollaje se inicia temprano, pero posteriormente se desincroniza en forma importante, siendo inclusive la diferencia entre el T<sub>p</sub> y el T<sub>2</sub> en N<sup>o</sup> de hojas (Haun), muy importante. Esta podría ser la base de la estructura final de doble estratos de espigas, sobre todo en años calientes.

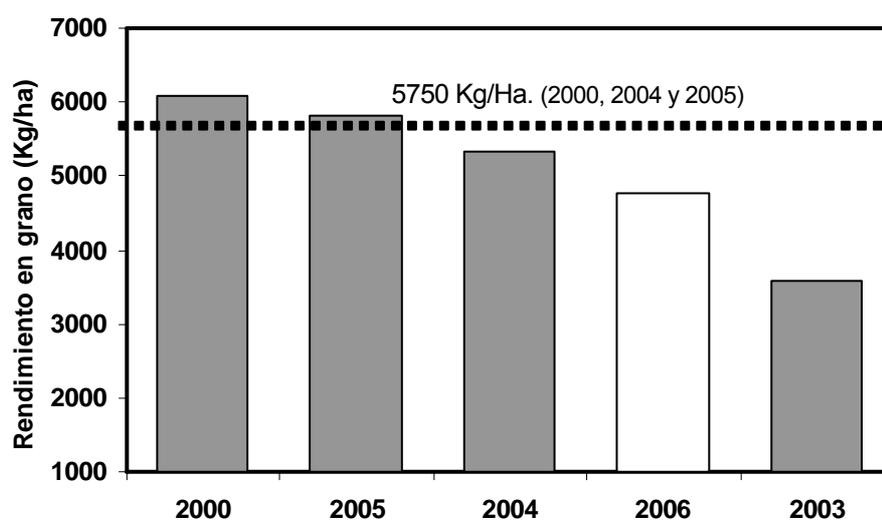
Si bien solo hay un año de caracterización de este cultivar, las características antes mencionadas, suelen agudizarse en la medida que se incrementa la temperatura y se acorta la estación de crecimiento (Hoffman et al., 2006). A pesar de sus características favorables (por ciclo y sanidad) para siembras al norte y sobre fin de la estación de siembra, su patrón de crecimiento inicial llevaría a que sea un cultivar que debería comportarse mejor con frío. Esto sería coincidente con los resultados obtenidos por Castro, Díaz y Germán. (2007), en donde los rendimientos se incrementan de norte a sur y hacia épocas de siembras más tempranas, en forma más importante que para los otros cultivares, a pesar de su ciclo más corto y su comportamiento sanitario.

## **Resultados del Experimento de Campo**

### **1. a. Rendimientos y componentes promedio por cultivar (libres de enfermedad).**

En la figura 6 se presenta la información sobre el rendimiento y componentes promedio del ensayo a campo para el año 2006, en contraste con los obtenidos en los años 2000, 2003, 2004 y 2005.

Promedio de cultivares de trigo Zona Norte



Rendimiento (kg/ha)	6088	5828	5339	4779	3570
Biomasa Total (kg MS/ha)	14673	14091	15730	9913	9751
IC (%)	42	41	34	49	37
Granos/m <sup>2</sup>	15690	17286	15871	14357	11924
Espigas/m <sup>2</sup>	523	485	526	440	385
Granos/espigas	30	37	31	33	34
PG (mg)	35	34	34	33	31
Macollos/m <sup>2</sup>	982	650	953	823	917
Fertilidad de macollo (%)	55	75	57	55	44
Plantas/m <sup>2</sup>	190	163	182	115	158
Proteína en grano (%)	13,5	11,5	12,5		12
Estimación de agua total disponible (mm) (*)	490	434	333	272	228

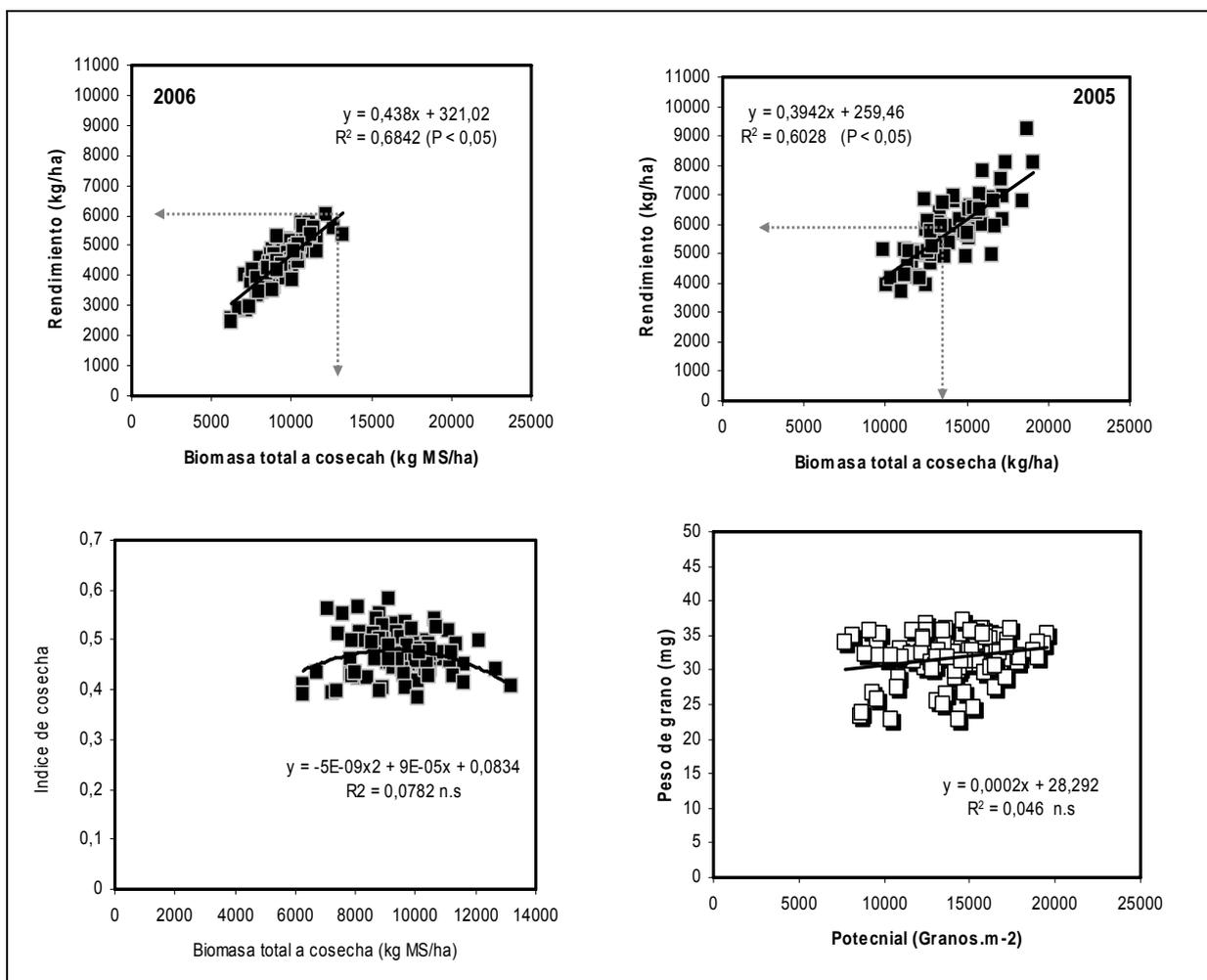
Nota. Siembra tardía en el año 2006, (5 de julio).

(\*).- Agua para concreción de potencial, igual a precipitaciones durante Set+Oct, sumado a la capacidad de almacenaje (mm agua disponible). Hoffman et al. (2006).

**Figura 6.** Rendimiento en grano, componentes y parámetros de calidad, para el promedio del ensayo realizado a campo en el 2006 en comparación con lo observado para el año 2000, 2003 y 2004 y 2005 (libre de enfermedades). Suelo con capacidad de almacenaje < a 60 mm de AD.

Si bien los resultados no son estrictamente comparables en la medida que los cultivares evaluados no son los mismos, esta información puede dar una idea de las diferencias entre componentes asociadas a los diferentes años en la zona norte, y el contrastantes en cuanto a potencial concretado. El año 2006 claramente se encuentra entre los años de menor potencial concretado. Coincidiendo con lo analizado para el año anterior por Hoffman et al., (2006), además de las condiciones de elevada temperatura antes analizadas, el menor potencial del año a pesar de que el experimento está libre de enfermedades, parece confirmar el efecto de la cantidad de agua disponible durante el encañado y primeros días de llenado de grano. Si bien no es objetivo de este trabajo analizar en detalle las diferencias entre años, cabe puntualizar lo siguiente: (i) el potencial del año 2006, a pesar del buen macollaje, es el resultado de la fertilidad de tallos media a baja y un rendimiento por espiga que no fue lo suficientemente elevado para el N<sup>o</sup> de espigas concretadas. El extremo de pérdida de potencial (40 % registrada durante el 2003) es el resultado de la deficiencia hídrica más severa y progresiva (Hoffman et al. 2004), que afectó en forma muy importante tanto la producción total de biomasa como el índice de cosecha. Para el 2006, a diferencia del 2003, si bien la biomasa total fue

también baja, el mayor índice de cosecha probablemente consecuencia de la llegada de las lluvias a partir del 1<sup>er</sup> tercio del llenado de grano, evitó que el potencial siguiese disminuyendo como en el 2003.



**Figura 7.** Relaciones entre biomasa total a cosecha y rendimiento en grano para el 2006 y 2005 e índice de cosecha, y relación entre potencial de rendimiento, peso de grano para el 2006.

Coincidiendo con lo observado para el invierno anterior, para los cuales fueron desarrollados tanto en trigo como cebada experimentos de respuesta a la población en ausencia de enfermedades, el potencial para el 2006 también estuvo asociado a las variaciones en la biomasa total ( $R^2 = 0.68$ ), sin embargo la mayor variación en la biomasa total estuvo explicada por la población y no por el cultivar. En este sentido en el siguiente cuadro se presenta los resultados de producción para el promedio de los cultivares evaluados.

Considerando la fecha de siembra tardía y los efectos del clima antes analizados, es razonable que al disminuir los rendimientos las diferencias en potencial entre cultivares se reduzcan.

**Cuadro 4.** Rendimiento, Biomasa total e Índice de cosecha para todos los cultivares en el 2006, para el promedio de las poblaciones evaluadas (115 pl.m<sup>2</sup>), libre de enfermedades y el rendimiento obtenido en el 2005.

	2006			2005
	Biomasa total (Kg.ha <sup>-1</sup> )	I. Cosecha (%)	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )
INIA Don Alberto (LE 2331)	10052	51	5125	7018
BIOINTA 1001	10341	48	4932	--
INIA Carpintero (LE 2333)	9948	48	4775	5863
INIA Carancho	10867	45	4765	5349
INIA LE 2332	9212	52	4757	6336
INIA Churrinche (testigo)	10352	46	4753	5723
INIA Tero	8594	53	4529	5009
INIA Tijereta (testigo)	10036	45	4503	5365
<b>Media</b>	<b>9913</b>	<b>48</b>	<b>4779</b>	<b>5813</b>
<b>C.V. (%)</b>	8.61	5.32	6.99	9.36
<b>MDS (5%)</b>	1017	0.031	394	558

**Cuadro 5.** Rendimiento potencial y componentes de rendimiento para todas las variedades a una población promedio de 115 pl/m<sup>2</sup>.

	Espigas/m <sup>2</sup> (Nº)	Tamaño de espiga (Granos.espiga <sup>-1</sup> )	P. Grano (mg)	Potencial (Granos.m <sup>-2</sup> )
INIA Don Alberto (LE 2331)	439	33.5	<b>35.5</b>	14698
BIOINTA 1001	405	36.2	<b>35.8</b>	14903
INIA Carpintero (LE 2333)	426	29.5	33.4	12284
INIA Carancho	494	30.3	31,0	14895
INIA LE 2332	435	36.1	32.2	15400
INIA Churrinche (testigo)	397	38.4	32.1	15249
INIA Tero	428	35.8	31.7	14890
INIA Tijereta (testigo)	499	25.6	33.4	12805
<b>Media</b>	<b>440</b>	<b>33.2</b>	<b>33.2</b>	<b>14357</b>
C.V. (%)	15.3	19.8	4.05	22.8
MDS (5%)	80.3	7.5	1.6	3914

Los dos cultivares ubicados al tope de rendimiento en grano en promedio para todas las densidades en el 2006, mostraron ventajas claras en el peso de grano. Los cultivares más afectados si comparamos los potenciales alcanzados en un año más fresco y sin deficiencia hídricas como el 2005, fueron INIA Don Alberto, LE 2332 e INIA carpintero. Esto podría tomarse ligeramente como un efecto año mayor para estos cultivares. Sin embargo para el 2006, la población promedio más baja (muy baja), estuvo en un 30% por debajo de la media del 2005. Este cambio debe ser analizado si es no, una variable a ser tenida en cuenta. Como será analizado más adelante y en coincidencia con los observado en el 2005, estos tres cultivares fueron lo que a poblaciones muy bajas mostraron peor desempeño (Hoffman et a., 2006).

**Cuadro 6.** Población, macollaje máximo a Z 30, fertilidad de tallos y espigas-m<sup>2</sup> a cosecha promedio para todas las variedades.

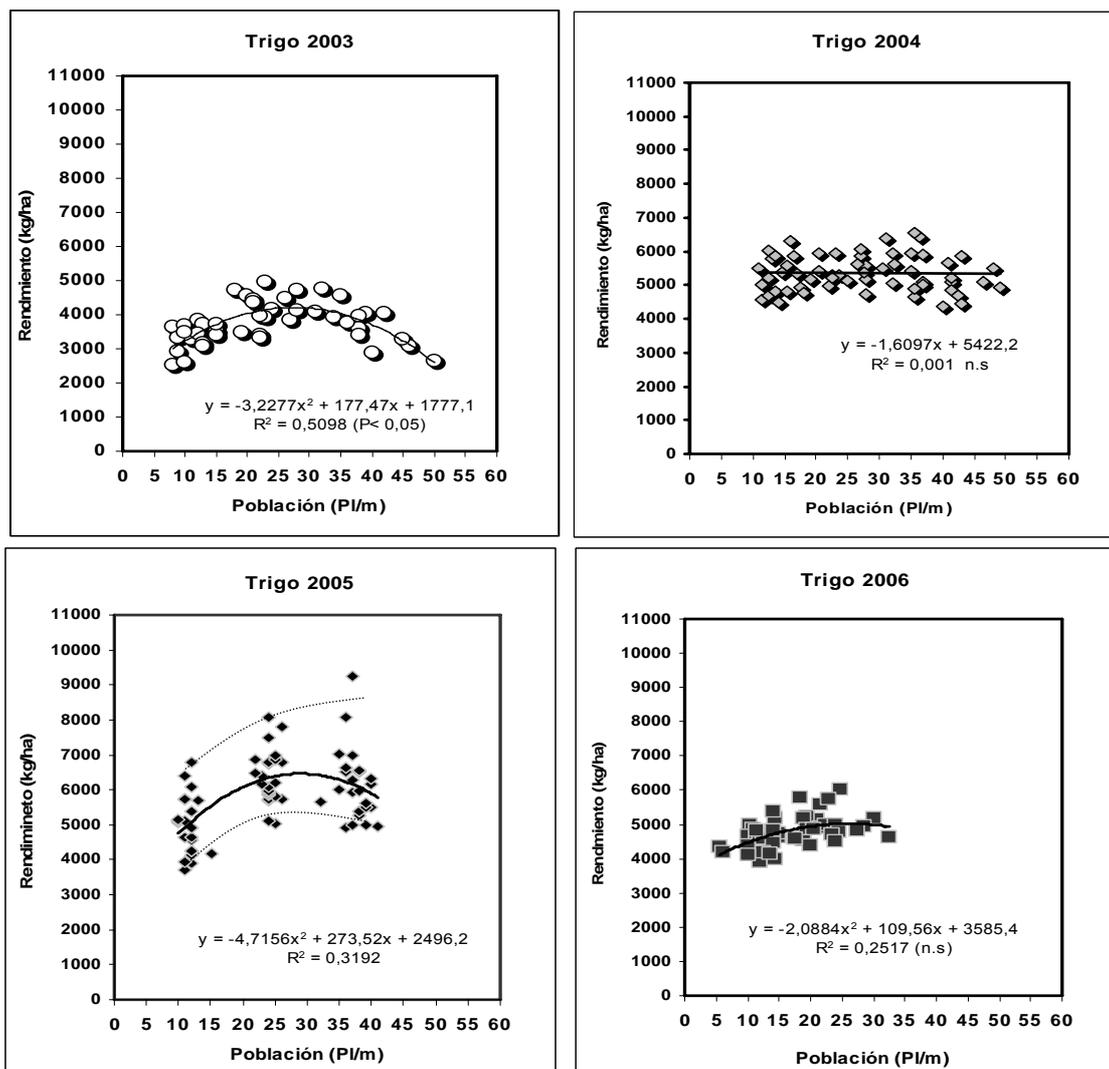
	Pl.m <sup>-2</sup>	Macollos.m <sup>-2</sup> a Z 30	Fertilidad de tallos (%)	Esp.m <sup>-2</sup>
INIA Don Alberto (LE 2331)	110	924	48	439
BIOINTA 1001	127	738	55	405
INIA Carpintero (LE 2333)	101	706	61	426
INIA Carancho	109	985	50	494
INIA LE 2332	122	688	64	435
INIA Churrinche (testigo)	113	726	55	397
INIA Tero	147	834	51	428
INIA Tijereta (testigo)	92	986	52	499
<b>Media</b>	<b>115</b>	<b>823</b>	<b>55</b>	<b>440</b>
C.V. (%)	16.8	17.9	8.4	15.3
MDS (5%)	36.8	176	0.05	80.3

Para este año existió una fuerte correlación negativa entre N<sup>o</sup> máximo de tallos a Z 30 y fertilidad final ( $r = - 0.95$ ). Sin embargo parece que finalmente pesó más el N<sup>o</sup> máximo de tallos, y por tanto los cultivares con mayor macollaje mostraron en promedio mayor N<sup>o</sup> de espigas. Posiblemente debido al fuerte estrés hídrico durante el momento en donde es máxima la competencia (el encañado), y por tanto en donde disminuciones en las tasas de crecimiento resultado de un ambiente desfavorable (Hoffman et al., 2006), presionen a la baja de la fertilidad. El Cultivar Don Alberto, fue uno de los cultivares más afectados, lo cual se confirma si además comparamos los resultados de fertilidad en relación al año 2005 (cerca al 80%) (Hoffman et al., 2006).

Dado que existen para este año comportamientos contrastantes de los distintos cultivares a la densidad de siembra, el análisis a nivel de componentes en profundidad se realiza para la interacción en el siguiente capítulo.

### 1. b. Rendimientos y componentes en respuesta a la densidad de siembra por cultivar.

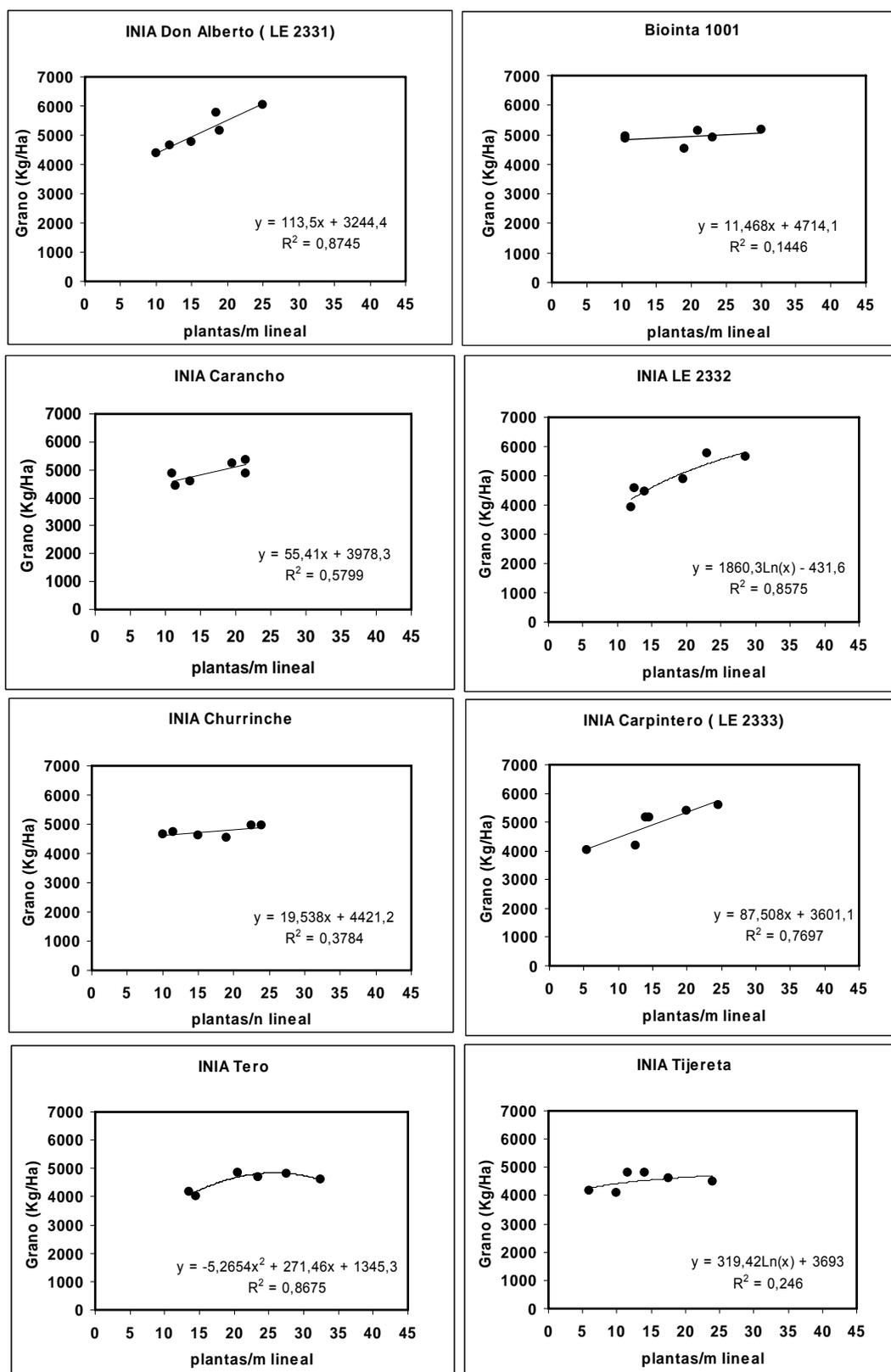
En la figura 8 se presenta la respuesta en rendimiento a la población para el promedio de todos los cultivares evaluados en el programa de caracterización, para el año 2003, 2004, 2005 y 2006



**Figura 8.** Rendimiento medio en función de la variación en la población en promedio para el año 2006, en relación a lo observado para el año 2000, 2004 y 2005 para la zona norte.

Para los cuatro años la respuesta promedio para todos los cultivos evaluados se situó entre las 25 a 35 plantas/m línea. Se puede observar una mayor dispersión de valores en los años de mayor potencial (2005), muy baja respuesta a la población por encima de las 35 pl.m<sup>-1</sup> en años sin ningún evento climático particular (2004), y en años de potencial bajo (2003), por encima de las 30-35 pl.m<sup>-1</sup>, el aumento de población llevó a pérdidas de rendimiento en grano.

Para el 2006, año desde el punto de vista ambiental más parecido al 2003 (figura 6), hay respuesta clara hasta 25-30 pl.m<sup>-1</sup>, y para ambos años a poblaciones muy bajas, el rendimiento es sustantivamente inferior. No es posible aseverar que hubiese ocurrido por encima de 35 pl.m<sup>-1</sup>, dado que para este año no se lograron las poblaciones elevadas debido a los problemas de exceso de precipitaciones durante la siembra. Parece razonable, que cuando por alguna razón la población es muy baja (< 15 pl.m<sup>-1</sup>), mantener un rendimiento elevado (como ocurrió en el 2004), depende de que la productividad por planta sea mayor. Descartando al manejo, cuando las combinaciones de factores climáticos determinen un ambiente desfavorable sobre todo para el crecimiento durante el encañado, es tanto más importante estar ubicado entorno a los óptimos poblacionales. Considerando que la respuesta a la población debe ser estudiada a nivel del cultivar, en la siguiente figura se presenta la respuesta a la población para cada variedad.



**Figura 9-** Rendimiento en grano en función la población lograda a campo, para los distintos cultivares evaluados en relación a los testigos INIA Tijereta e INIA Churrinche, durante el invierno del 2006.

En primer lugar, para todos los cultivares, y similar a lo observado en el 2003, el rendimiento tendió a ser menor a poblaciones muy bajas ( $< 15 \text{ PI.m}^{-1}$ ) y en segundo lugar para ningún cultivar nuevamente parece, que no se justificaría incrementar la densidad de siembra por encima de las 25 a 30 plantas/m lineal. De todos los cultivares evaluados, solo los nuevos tres cultivares de INIA (Don Alberto, Carpintero y LE 2332), tuvieron un desempeño más pobre a muy bajas poblaciones. En base a la información obtenida en el 2006 y la reportada por Hoffman et al., 2006, para el año 2005, aún para

estros tres cultivares con respuesta lineal a la población, el óptimo parece también estar ubicado entorno a las 30-35 pl.m<sup>-1</sup>.

**Cuadro 7.** Componentes del rendimiento en respuesta al cambio en la población para todos los cultivares evaluados durante el 2006.

Variedad	Dens.	Plantas reales (N <sup>o</sup> /m lineal)	Plantas N <sup>o</sup> /m <sup>2</sup>	Macollos Z 30 (N <sup>o</sup> /m <sup>2</sup> )	Fertilidad de tallos (%)	Granos /esp.	Esp./m <sup>2</sup>	Granos /m <sup>2</sup>	PG (mg)
INIA Don Alberto LE 2331	D <sub>1</sub>	11	73	767	48	35.5	367	13251	35.1
	D <sub>2</sub>	17	112	946	50	34.2	472	15926	35.0
	D <sub>3</sub>	22	146	1058	45	34.9	479	16717	35.4
INIA LE 2332	D <sub>1</sub>	12	82	535	67	43.2	361	15782	31.1
	D <sub>2</sub>	19	127	697	62	33.8	432	14415	32.9
	D <sub>3</sub>	21	142	833	61	31.3	511	16002	32.6
INIA Carpintero LE 2333	D <sub>1</sub>	9	60	516	60	31.9	307	9235	33.0
	D <sub>2</sub>	17	115	701	67	25.6	468	11973	33.0
	D <sub>3</sub>	19	128	901	57	31.0	504	15645	34.3
Biointa 1001	D <sub>1</sub>	10	70	703	55	40.8	371	15136	36.0
	D <sub>2</sub>	21	140	696	58	36.7	396	14533	36.4
	D <sub>3</sub>	25	170	814	53	35.2	428	15040	35.4
<b>INIA Churrinche</b>	<b>D<sub>1</sub></b>	<b>12</b>	<b>83</b>	<b>693</b>	<b>54</b>	<b>42.7</b>	<b>373</b>	<b>15866</b>	<b>33.3</b>
	<b>D<sub>2</sub></b>	<b>17</b>	<b>113</b>	<b>832</b>	<b>56</b>	<b>35.9</b>	<b>466</b>	<b>16800</b>	<b>31.8</b>
	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>21</b>	<b>143</b>	<b>854</b>	<b>54</b>	<b>36.1</b>	<b>461</b>	<b>16642</b>	<b>31.4</b>
<b>INIA Tijereta</b>	<b>D<sub>1</sub></b>	<b>8</b>	<b>53</b>	<b>717</b>	<b>58</b>	<b>26.6</b>	<b>410</b>	<b>11095</b>	<b>33.5</b>
	<b>D<sub>2</sub></b>	<b>14</b>	<b>97</b>	<b>1068</b>	<b>52</b>	<b>25.1</b>	<b>540</b>	<b>13630</b>	<b>34.8</b>
	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>19</b>	<b>127</b>	<b>1172</b>	<b>47</b>	<b>25.1</b>	<b>548</b>	<b>13689</b>	<b>31.9</b>
INIA Carancho	D <sub>1</sub>	12	83	959	53	27.3	511	13936	32.6
	D <sub>2</sub>	16	108	933	51	33.7	471	15719	31.8
	D <sub>3</sub>	20	137	1061	47	29.8	500	15029	31.1
INIA Tero	D <sub>1</sub>	14	93	772	50	43.7	383	16338	31.1
	D <sub>2</sub>	22	147	938	52	31.8	490	15360	31.5
	D <sub>3</sub>	30	200	793	52	31.9	411	12973	33.5

Los tres cultivares de INIA que respondieron a un incremento en la población, los hicieron por causas diferentes. Mientas que para los dos cultivares de ciclo más largo (Don Alberto y Carpintero), la base de su rendimiento inferior a bajas poblaciones se debió a un menor N<sup>o</sup> de granos.m<sup>-2</sup> debido a menos espiga, si cambios en el rendimiento por espiga. Para la línea LE 2332, el rendimiento menor a muy bajas poblaciones se debería a una disminución en el peso de grano.

El Cultivar evaluado por primera vez, Biointa 1001, para estas condiciones se ubicó entre los de mayor potencial casi por la misma razón que lo hizo Don Alberto; mayor peso de grano. A pesar de su bajo macollaje y en contraste con un cultivar de ciclo medio-corto, como LE 2332, Biointa 1001 no concretó su elevado potencial de rendimiento por espiga, por su menor N<sup>o</sup> de espigas. Su N<sup>o</sup> inferior de espigas, además de ser un cultivar de medio a bajo macollaje, estaría también asociado a su mayor desincronización impidiéndole definir elevados niveles de fertilidad. Si se lo compara con cultivares de mayor capacidad de macollaje como INIA Carancho y Don Alberto (que en términos relativos sufrieron más el déficit hídrico, por el mayor N<sup>o</sup> de macollos.m<sup>-2</sup>, como el testigo INIA Tijereta) y que también evidenciaron un problema de baja fertilidad, Biointa 1001 habría salido para estas condiciones ambientales en términos relativos aventajado en relación al resto.

Esta información coincide con la presentada por Hoffman, Gestido y Bentancur (2006), en la jornada de la Mesa nacional del trigo en el año 2006, en cuanto a que, frente a condiciones de falta de agua durante el encañado los cultivares que más sufren las condiciones de déficit hídrico, serían aquellos de ciclo más largos y/o muy alta capacidad de macollaje.

Cabe resaltar nuevamente que se repite el comportamiento que viene siendo registrado para las condiciones de la zona norte en Uruguay, en cuanto a que cultivares de baja capacidad de macollaje y desincronizados, aún en años de elevada temperatura y siembras tardías, no responden al aumento de la población. Este es el caso del comportamiento sistemático observado para el testigo INIA Churrinche, y a pesar de un solo año de evaluación, y aparentemente también la situación para Biointa 1001. Estos cultivares a bajas poblaciones son capaces de lograr una tasa de macollaje aceptable, y finalmente alcanzan potenciales elevados en la medida que poseen y concretan muy elevados rendimientos por espiga. Por ello para BIOINTA 1001, a priori parece razonable no utilizar poblaciones elevadas, más aún considerando que el resultado final de su crecimiento inicial desincronizado (al menos dos estratos de espigas) es en primera instancia mucho más marcado que el otros cultivares evaluados

En función de la información generada por la Facultad de Agronomía, podríamos afirmar que la baja capacidad de macollaje de un cultivar es el resultado de los patrones iniciales de emisión de hojas y tallos. Es así que tanto para cebada como para trigo, un retraso en el inicio del macollaje asociado a una lenta emisión posterior de tallos lleva a su desincronización y, como consecuencia también trae aparejado bajo macollaje. Sin embargo, pueden existir, y deben ser identificados, cultivares que rompen la regla, como fue reportado para INIA Mirlo (Hoffman et al. 2002a). Existen cultivares identificados con baja capacidad de macollaje pero que inician su macollaje muy temprano y en forma muy sincronizada. Para estos casos el incremento en la población es una solución a la baja capacidad de macollaje y por tanto se espera respuesta positiva en rendimiento al incremento de la densidad de siembra. Por ello el ajuste de la densidad de siembra es más complejo que bajar la población para cultivares de elevada capacidad de macollaje o aumentarla para aquellos de menor capacidad (Hoffman et al. 2001).

Esta podría ser el caso de INIA Tero, ya que posee bajo macollaje y buena sincronización, aunque a diferencia de INIA Mirlo, inicia su macollaje más tarde y frente al aumento de temperatura saltea una proporción importante de los macollos menos sensibles a la competencia ( $T_1$ ). A ello además hay que sumar que es un cultivar de ciclo sustantivamente más largo, que INIA Mirlo. Por ello, si bien es sincronizado, no se adaptaría bien a densidades altas como si lo hace Mirlo.

Este cultivar ( INIA Tero) en los años de evaluación (aún libre de enfermedades) evidenció que su potencial no es elevado, dado que sistemáticamente ha mostrado medio a bajos niveles de producción de biomasa, que le impiden concretar altos niveles de fertilidad y en los dos años de evaluación en la zona norte, también su peso de grano ha sido bajo. Como fuese analizado por Hoffman et al., (2006) en base a la información publicada por Castro et al. (2006), la cual también coinciden con Castro, Díaz y Germán (2007), podría ser el resultado de su largo de ciclo, y su menor período de llenado de grano, características que llevan a menores pesos de grano en climas cálidos, más aún cuando son combinados con siembras tardías (Castro et al., 1994).

Finalmente y considerando que todos los cultivares evaluados cumplen sus dos años de evaluación (excepto Biointa 1001), se presenta a modo de conclusión, el siguiente cuadro en donde se resume el mejor rango de población para cada cultivar a ser tenido en cuenta para su manejo a campo.

**Cuadro 8.-** Rango óptimo de población ( $Pl.m^{-1}$ ) para los distintos cultivares evaluados en el programa de caracterización de cultivares, realizado por la Facultad de Agronomía desde 1998 a la fecha.

	Rango óptimo de población objetivo (plantas.m <sup>-1</sup> lineal)						
	20	25	30	35	40	45	50
Prointa Quintal	■	■	■	■	■	■	■
Prointa Superior	■	■	■	■	■	■	■
INIA Mirlo	■	■	■	■	■	■	■
Tb713	■	■	■	■	■	■	■
Prosedel Plata	■	■	■	■	■	■	■
INIA Caburé	■	■	■	■	■	■	■
INIA Tijereta	■	■	■	■	■	■	■
INIA Boyero	■	■	■	■	■	■	■
INIA Gorrión	■	■	■	■	■	■	■
INIA Torcaza	■	■	■	■	■	■	■
INIA Churrinche	■	■	■	■	■	■	■
Baguette 10	■	■	■	■	■	■	■
ORL 99192	■	■	■	■	■	■	■
ONIX	■	■	■	■	■	■	■
INIA Carancho	■	■	■	■	■	■	■
INIA Tero	■	■	■	■	■	■	■
INIA (LE 2332)	■	■	■	■	■	■	■
INIA Carpintero	■	■	■	■	■	■	■
INIA Don Alberto	■	■	■	■	■	■	■
Biointa 1001	■	■	■	■	■	■	■

*Nota:* Información preliminar para Biointa 1001, por ser de un solo año.

### Bibliografía consultada

- Abbate, P.E.; Lázaro, L.; Andrade, F.H. 1997.** ¿Es posible incrementar en número de granos por unidad de superficie. *In*. Explorando altos rendimiento en trigo. Seminario organizado por CIMMYT-INIA. Colonia. Uruguay. 1997. p 71-89.
- Castro, A.; Siri, G.; Hoffman, E. 1994.** Uso de características de crecimiento inicial en la selección en planta aislada (resultados preliminares). *In*: V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. pp 65-72.
- Castro, M.; Díaz, M.; Germán S.; Vázquez, D. 2006.** Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo para el registro Nacional de Cultivares. INIA – INASE. Uruguay.
- Castro, M.; Díaz, M.; y Germán, S. 2007** Resultados experimentales de evaluación de cultivares de trigo para el registro Nacional de Cultivares. INIA – INASE. Uruguay.
- Cha G, Duran J. 2001.** Respuesta en rendimiento y proteína en grano, al agregado de N en trigo, a Zodoks 30 y 47. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad de la República – Uruguay.
- Ernst, O; Hoffman, E. 1991.** Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la concreción del rendimiento. *In* II Jornada Nacional de Investigadores en Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela Colonia Uruguay.
- Fischer, 1985 Fisher, R.A. 1985.** Number of kernels en wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci., Camb.* 105: 255-267.
- Hoffman E.; Ernst O.; Castro A. 1993.** Rendimiento de grano y sus componentes. I. Bases fisiológicas y evolución histórica a nivel Mundial. *In*: IVª Reunión nacional de investigadores de cebada. Palmar. Uruguay.

- Hoffman, E.; Siri, G.; Ernst, O. 1994.** Posibilidades de predecir el comportamiento de los nuevos cultivares en función de la caracterización de su crecimiento inicial en condiciones de invernáculo. *In:* V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. pp 116-122.
- Hoffman, E. 1995.** Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. I. Trigo. *In:* Revista Cangüé, N° 3, junio de 1995, p 8-12.
- Hoffman, E.; Ernst, O. 1999.** Densidad de siembra en trigo. ¿Qué pasa con la siembra en banda? *In:* Revista Cangüé, N° 17, diciembre de 1999, pp 9-14.
- Hoffman, E.; Benítez, A., 1999.** Caracterización de crecimiento inicial de nuevos cultivares de cebada cervecera. Póster presentado en el III Congreso Latinoamericano de Cebada. Bastión del Carmen, Colonia, 5 al 8 de octubre de 1999.
- Hoffman, E.; Benítez, A. 2000.** Caracterización del crecimiento inicial de nuevas variedades de trigo (INIA Caburé, T 605 y T 713). *In:* Informe a PROSEDEL. EEMAC, Facultad de Agronomía.
- Hoffman, E.; Benítez, A; Cadenazzi, M. 2001.** Caracterización del crecimiento inicial de nuevas variedades de cebada cervecera (NCL 94088 Y NE 5993-13, NE 1695, CLE 202, Q. Ayelén, Q. Palomar, Reg. 936, Reg. 16). *In:* Informe a la Mesa Nacional de Cebada. EEMAC, Facultad de Agronomía.
- Hoffman, E.; Borghi, E.; González, S.; Olivo, N.; Viega, L.; Gamba, F. 2001.** Crecimiento, desarrollo y concreción del potencial de rendimiento en Cebada cervecera sembrada sin laboreo en ambientes de alto aporte de N en primavera. *In:* Revista Cangüé, N° 22.
- Hoffman, E.; Benítez, A; Cadenazzi, M. 2002<sup>a</sup>.** Caracterización del crecimiento inicial y respuesta a la población en trigo. *In:* Cuarta jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. Uruguay.
- Hoffman, E; Ernst, O; Benítez, A; Castro, A; Cadenazzi, M. 2002<sup>b</sup>.** Caracterización de cultivares. Una herramienta para la toma de decisión en trigo y cebada. Seminario Técnico. EEMAC- Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
- Hoffman, E.; Benítez, A.; Cadenazzi, M.; 2004.** Caracterización de cultivares de trigo. Primer ciclo de Baguette10, INIA Churrinche, INIA Torcaza e INIA Gorrión. EEMAC- Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
- Hoffman. E.; Benítez.; Cadenazzi. M.; V Franchi. y R. Brhem. 2005** Caracterización de cultivares de trigo Primer ciclo de ORL 99192 y ONIX, segundo ciclo de Baguette 10, INIA Torcaza e INIA Gorrión. En Séptima Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. 28 de Abril del 2005.
- Hoffman. E.; Castro A.; Ernst. O.; Benítez. A.; Cadenazzi. M. 2006 (s/p).** Sincronización de macollaje y su relación con el número de espigas y rendimiento, para distintos cultivares de Cebada cervecera en Uruguay. *Agrociencia*, Recepción del trabajo en Septiembre del 2005.
- Hoffman. E, Gestido. V y Bentancur. O, 2006** Caracterización de cultivares de trigo Primer ciclo de INIA Tero, INAI Carancho, LE .51, LE 052 LE 053 y segundo ciclo de Onix. En Octava Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. Abril del 2006.
- Haun, J.R. 1973.** Visual quantification of wheat development *Agronomy Journal* 65(1):116-119.

## Anexos

**Cuadro A.1.** Proteína en grano para todos los cultivares en el 2006 y en el 2005, libre de enfermedades.

	Población				
	P1	P2	P3	Promedio 2006	Promedio 2005 *
	----- Proteína (%) Base 13,5 % Hum -----				
INIA Carpintero (LE 2333)	13,0	12,9	12,8	12,9	12,1
INIA TIJERETA	12,8	12,7	12,8	12,8	11,6
INIA CHURRINCHE	12,8	12,4	12,3	12,5	11,3
BIOINTA 1001	12,8	12,3	12,4	12,5	--
INIA CARANCHO	12,3	12,0	12,2	12,2	11,4
INIA Don Alberto (LE2331)	12,0	11,9	12,2	12,0	10,7
LE 2332	11,8	11,7	11,7	11,7	11,1
INIA TERO	11,8	11,7	11,6	11,7	11,4
Promedio	12,4	12,2	12,3	12,3	11,4

\*.- El rendimiento medio fue la principal fuente de variación de la proteína en grano para el año 2005 entre cultivares.

(P1= población 1, P2= población 2 y P3= población 3).

### Sanidad y respuesta en rendimiento al control.

Para el año 2006 (segundo de evaluación de la mayoría de los cultivares en caracterización) y por primera vez en el experimento de campo, de los 4 bloques fueron manejados al azar dos con fungicida y dos con infección natural. Para este año la enfermedad presente fue casi un 100% Roya de la Hoja. Esta información también comienza a ser generada a nivel de INIA-INASE

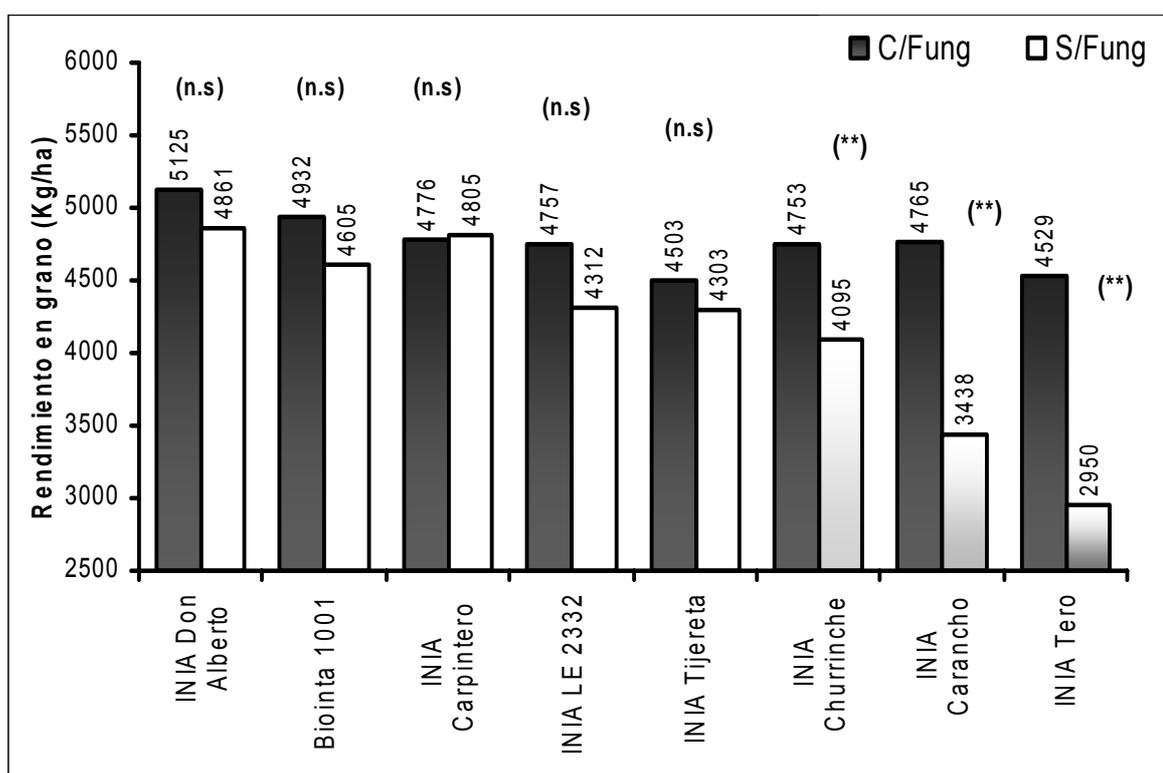
En la medida que experimentalmente el costo adicional para generar esta información es baja, y la información de respuesta, en relación a la evolución sanitaria suma información relevante para el cultivar, se pretende incorporar esta variante en el programa de caracterización de cultivares. Esta además permite seguir profundizando en el Proyecto de Susceptibilidad varietal al estrés sanitario en cultivos de invierno, perteneciente al departamento de Producción vegetal-GTI-Agricultura de la Facultad de Agronomía.

En el siguiente cuadro, se presenta en forma resumida, la respuesta promedio para todos los cultivares al control sanitario.

**Cuadro A.2.** Rendimiento y componentes para el promedio de todos los cultivares con y sin fungicida.

	Rendimiento	Biomasa tot.	IC (%)	Esp.m <sup>-2</sup>	Granos.esp <sup>-1</sup>	Gr.m <sup>-2</sup>	PG (mg)
<b>C/Fung.</b>	4779 a	9913 a	49 a	441 a	33.2 a	14357 a	33.3 a
<b>S/Fung.</b>	4171 b	9053 b	46 a	459 a	30.9 a	13791 a	30.3 b

Separación de medias (tuckey 5).



**Figura A1.** Rendimiento en grano para todos lo cultivares evaluados en el 2006, con y sin Fungicidas (diferencias entre cultivares  $P < 0.05$ )

**Cuadro A3.** Componentes del rendimiento para todos los cultivares evaluados en el año 2006, con y sin fungicidas.

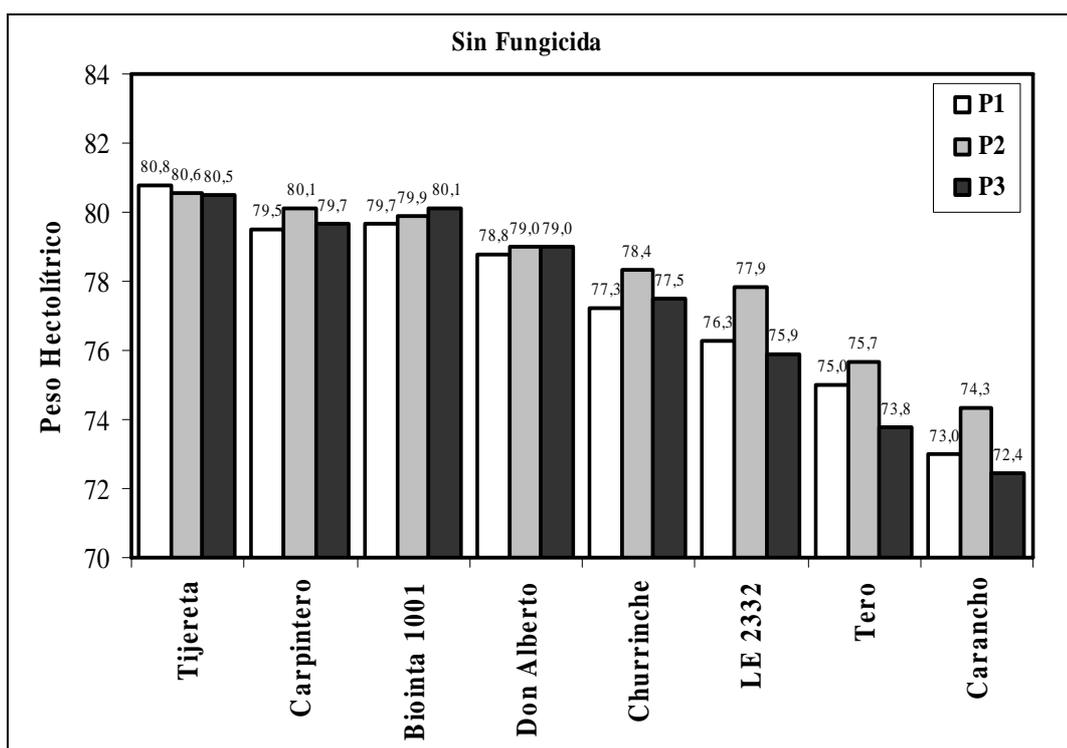
		INIA Carpintero (LE 2333)	INIA Tijereta	INIA Don Alberto (LE 2331)	Biointa 1001	INIA LE 2332	INIA Churrinche	INIA Carancho	INIA Tero
Granos/m <sup>2</sup>	C/F	12284	12805	14698	14639	15400	15249	<b>14895</b>	<b>14890</b>
	S/F	13293	12431	14364	15013	14443	15549	<b>12494</b>	<b>11147</b>
Espigas/m <sup>2</sup>	C/F	426	499	439	405	435	397	494	428
	S/F	433	501	528	399	447	411	508	442
Granos/espigas	C/F	29.5	25.6	33.5	36.2	36.1	38.4	<b>30.3</b>	<b>35.8</b>
	S/F	30.7	25.4	28.6	38.0	32.7	38.2	<b>24.7</b>	<b>25.9</b>
PG (mg)	C/F	<b>33.4</b>	33.4	35.5	35.8	32.7	<b>32.1</b>	<b>31.5</b>	<b>31.7</b>
	S/F	<b>31.1</b>	32.6	35.1	35.1	32.0	<b>30.3</b>	<b>26.3</b>	<b>23.8</b>

Nota: Zonas letras en negritas y con sombra, difieren entre si al 5%

**Cuadro A.4.** Peso Hectolítico para todos los cultivares en el 2006, con y sin fungicidas.

	Población			Promedio C/Fung.	Promedio S/Fung
	P1	P2	P3		
	----- Peso Hectolítico -----				
<b>INIA TIJERETA</b>	81,3	81,9	81,7	<b>81,6</b>	<b>81,1</b>
<b>INIA Carpintero (LE 2333)</b>	79,9	79,9	81,0	<b>80,3</b>	<b>80,0</b>
<b>BIOINTA 1001</b>	79,7	80,0	79,9	<b>79,9</b>	<b>79,9</b>
<b>INIA CHURRINCHE</b>	80,4	79,2	79,9	<b>79,8</b>	<b>78,8</b>
<b>INIA Don Alberto (LE2331)</b>	79,2	79,2	78,8	<b>79,1</b>	<b>79,0</b>
<b>INIA TERO</b>	79,7	79,7	77,7	<b>79,0</b>	<b>77,1</b>
<b>INIA CARANCHO</b>	77,3	78,8	77,0	<b>77,7</b>	<b>75,6</b>
<b>LE 2332</b>	77,5	77,5	77,9	<b>77,6</b>	<b>76,9</b>
<b>Promedio</b>	79,4	79,5	79,2	<b>79,4</b>	<b>77,7</b>

(P1= población 1, P2= población 2 y P3= población 3).



**Figura A2.-** Peso hectolitrito para todos los cultivares sin fungicida en función de los tratamientos de población (P1= población 1, P2= población 2 y P3= población 3).

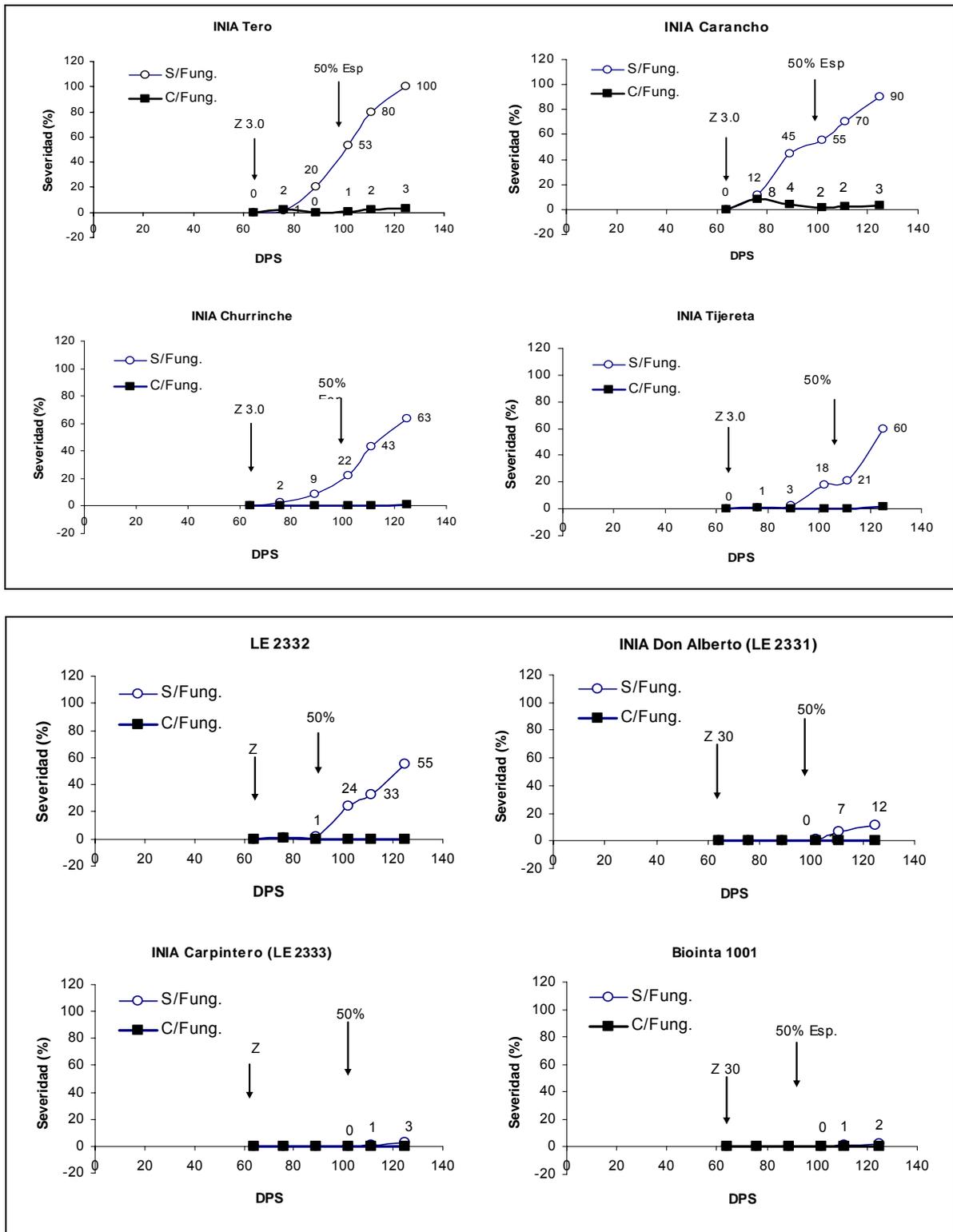


Figura A3. Evolución de la severidad de Roya de la hoja, con y sin fungicidas para todos los cultivares evaluados durante el año 2006.





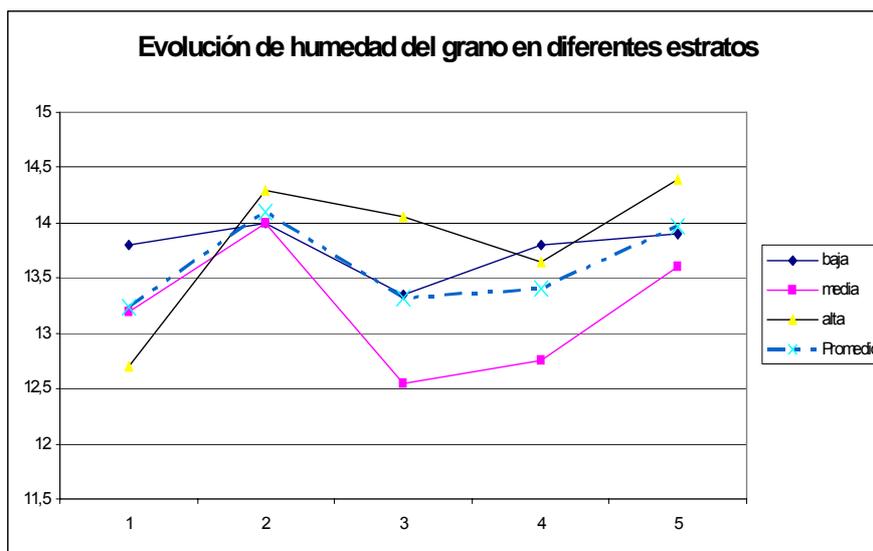
Esta situación se explica por la propia respiración del grano que en ese proceso libera energía, que se suma a la temperatura ambiente. Cuanto mayor es la temperatura del grano mayor es la tasa respiratoria, por lo tanto mayor es el incremento de energía en forma de calor.

**Tabla 1.** Incremento de la tasa respiratoria del trigo en función de la humedad y la temperatura.

Contenido de humedad del trigo %	Respiración del trigo (mg de CO <sub>2</sub> /48 horas/100g de trigo)	
	25° C	35° C
8,7	trazas	trazas
10,7	trazas	0,44
14,0	1,34	2,90
15,2	2,00	4,38
17,4	26,4	42,4

*Pixton y Warburton (1971)*

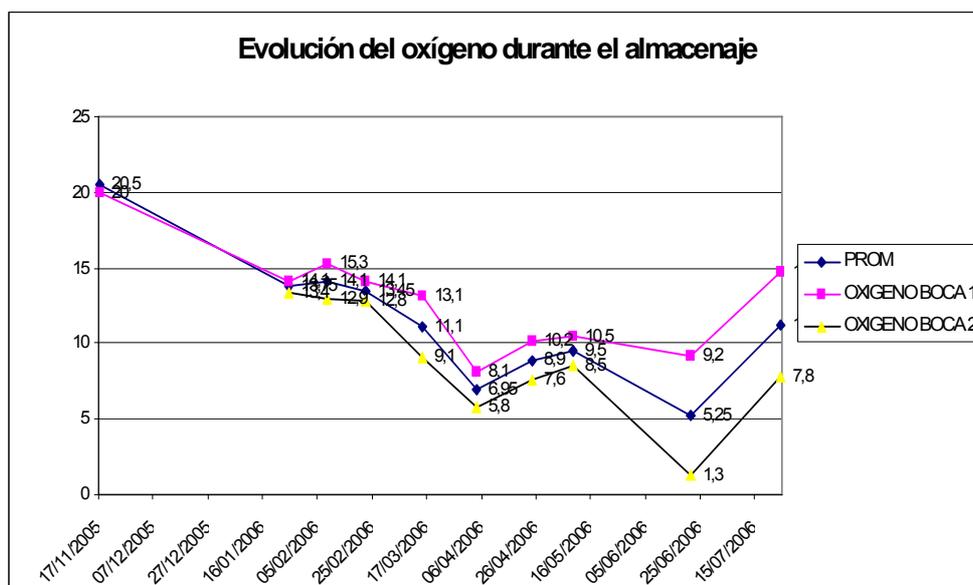
La humedad tanto del granel como la humedad intergranaria también mostró una estratificación variando diariamente con los cambios de temperatura externos. El calentamiento y enfriamiento del aire interno del bolsón modificaba la humedad relativa, cambiando su ubicación relativa acorde a las corrientes por convección que se producían constantemente. El aire caliente y húmedo asciende, por lo que la humedad absoluta en el aire se concentra en la parte superior del bolsón. Esta situación hace que el aire se sature en la noche por disminución de la temperatura y condense sobre el grano, desbalanceando la presión de vapor interna, rompiendo el equilibrio higroscópico e ingresando agua al mismo.



*Bogliaccini*  
**Gráfico 2**

Lentamente en el correr de los meses se evidenció un verdadero cambio en el contenido de humedad de los granos de la capa superior. Este diferencial de humedad es mas acentuado en la medida que almacenamos granos mas húmedos, haciéndose notorio por el apelmazamiento de los granos.

El oxígeno en un ambiente cerrado (teóricamente hermético) era esperable que bajara en un porcentaje muy alto en pocos días (tabla 1). Sin embargo este proceso se prolongó más de 100 días donde se pudo observar un decrecimiento de la caída. Nueve bolsones tuvieron un comportamiento similar 6-8 %, el décimo llamó la atención pues el nivel de oxígeno llegó a 0,7 % a los 45 días.

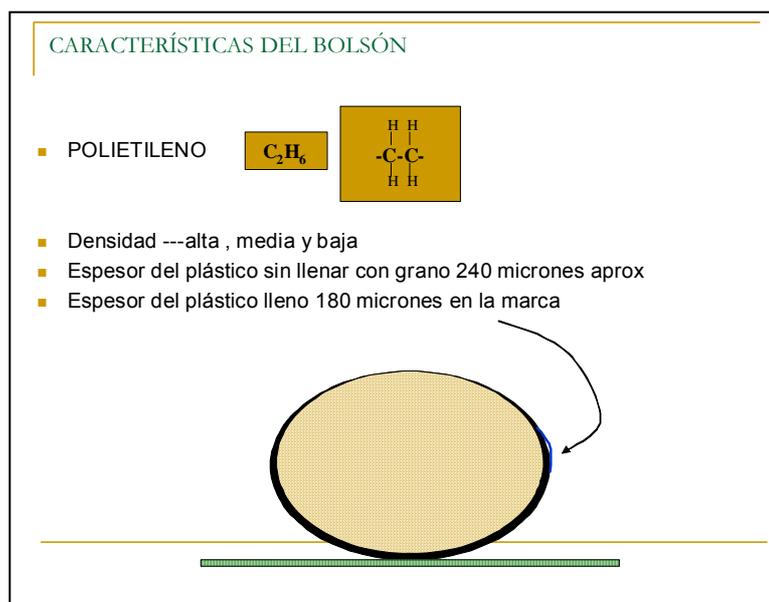


*Bogliaccini*  
**Gráfico 3**

Luego de una etapa de estabilidad (12-14 %) vuelve a marcarse un descenso, un aumento del nivel de oxígeno y por último una nueva caída más prolongada y un nuevo aumento paulatino.

A este comportamiento no esperado se le encontraron dos explicaciones:

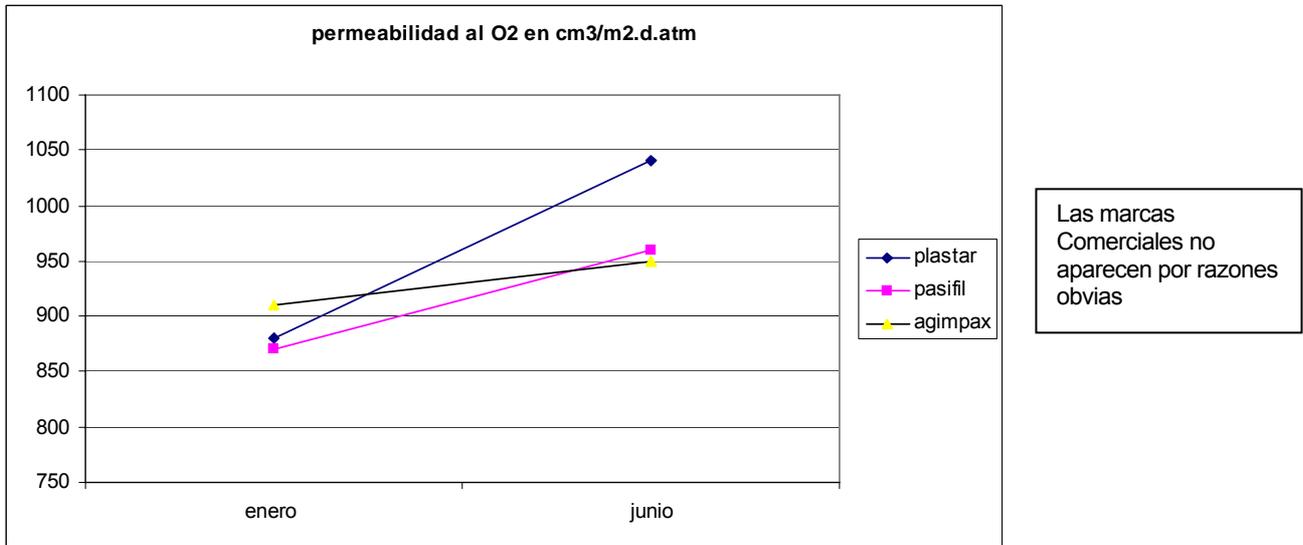
- a) El material de la bolsa es Polietileno, una macromolécula cuyo origen es el gas etileno que al perder enlaces de hidrógeno forma largas cadenas carbonadas. Esta macromolécula se compone de dos fases, una laminar y otra amorfa. El film de Polietileno tiene entre otras, dos características que se indican en el mercado; espesor (en micrones) y densidad (alta, media y baja). En el mercado encontramos para almacenaje de granos espesores de 240 micrones y alta densidad. Cuando llenamos la bolsa esta se expande por el volumen y peso de los granos, por lo que el fabricante establece un estiramiento estándar (con margen de seguridad) para su bolsa, que se indica por un número máximo de centímetros medidos sobre una línea pintada en los laterales del bolsón. Sin embargo el estiramiento no es igual en toda la circunferencia de la bolsa (Gráfico 4)



*Bogliaccini*  
**Gráfico 4**

Con la bolsa llena se lograron medir diferentes espesores en la circunferencia: 130 micrones en la parte superior, 180 micrones en la marca de estiramiento máximo y 240 contra el piso.

Está establecido el nivel de **permeabilidad** del polietileno al oxígeno, anhídrido carbónico y agua y este varía con la *densidad* y con el *espesor*, pero en este estudio, además, se encontró un aumento de la permeabilidad relacionado con el *tiempo de exposición* a los rayos solares (gráfico 5).



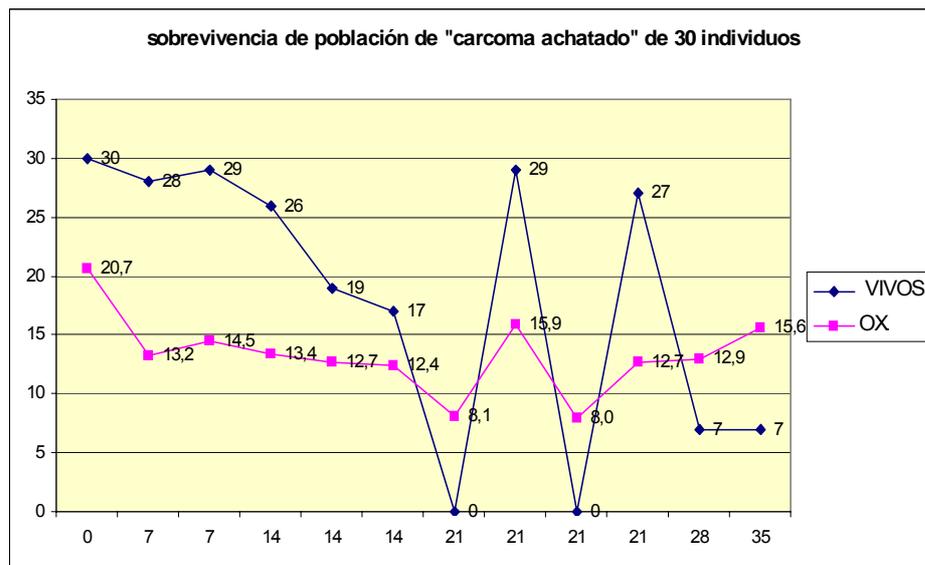
Bogliaccini  
**Gráfico 5**

La permeabilidad de este material y su variación en el tiempo es la causa física del ingreso de oxígeno al ecosistema supuestamente aislado. Las variaciones entre bolsones en un alto porcentaje se deben a variaciones en la calidad del material usado, dado que se descartaron aquellos bolsones que no respetaron las indicaciones del fabricante.

b) Los causantes de la variación de la concentración del oxígeno (disminución y aumento) fueron los factores bióticos del Ecosistema, la respiración del grano, de los insectos y de los hongos.

En la medida que el grano respira en la primera etapa del almacenamiento, el porcentaje de oxígeno disminuye a niveles muy bajos que no permiten el desarrollo de poblaciones de insectos (9 % o menor) (Gráfico 6)

Concentración de oxígeno y sobrevivencia de diferentes poblaciones de carcoma.

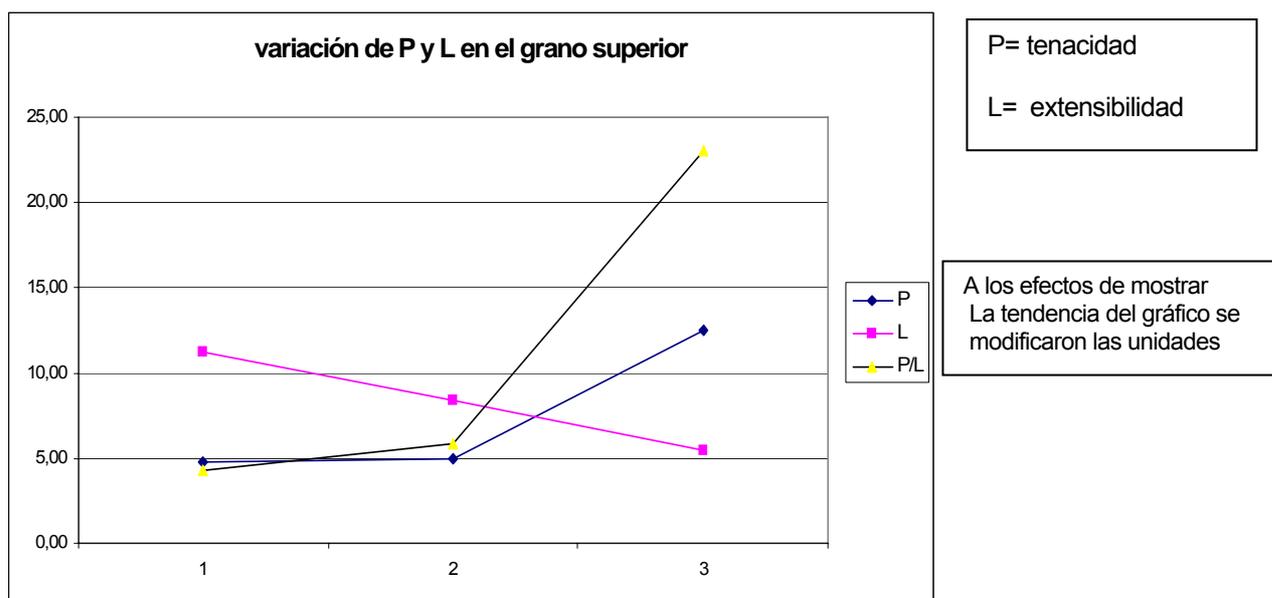


Bogliaccini  
**Gráfico 6**

El aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> debido al proceso respiratorio, comienza a bajar la tasa respiratoria de los granos. La caída de la tasa respiratoria descende el ritmo de concentración del CO<sub>2</sub>, entonces por efecto de la permeabilidad del plástico aumenta la concentración interna de oxígeno en el bolsón. Dado que la respuesta al incremento de la tasa respiratoria de los granos es lenta frente al aumento de oxígeno, al alcanzarse nuevamente un 11% se empezó a observar en más del 50% de los bolsones la aparición de insectos plaga; carcoma dentada (*Oryzaephilus sumatrensis*) y luego con mayores porcentajes de oxígeno, gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius*). Dado que la tasa respiratoria de los insectos es muy superior a la del grano, la caída del oxígeno nuevamente, es abrupta. En algún bolsón se logró establecer una población de más de 40 insectos por kilo de grano. Esta situación de aumento y disminución del oxígeno se da en forma continua y está relacionada con la interacción de ambos factores (el grano y los insectos).

### ¿CUAL FUE LA SITUACIÓN DEL GRANO AL FINAL DEL PERÍODO DE ALMACENAJE?

- No se pudo medir peso inicial y final del granel
- La humedad promedio de los bolsones bajó, pero con el porcentaje inicial (13,3%) esa disminución no tuvo significación
- La germinación promedio tampoco arrojó valores de disminución significativos, a pesar de que muestras de diferentes estratos tuvieron valores de pérdida mayores.
- El análisis físico no mostró disminución de la calidad
- De los análisis de panificación el alveograma fue el que mostró mayor deterioro (Gráfico 7)



Todos los graneles almacenados en los bolsones con un tenor de 13,3 % de humedad (bh) mostraron un aumento de la Tenacidad de la masa y una disminución de la Extensibilidad.

La relación P/L si bien no era buena desde el inicio del almacenamiento demuestra también la modificación de sus términos y un franco deterioro alcanzando valores unitarios mayores a 2,5.