

# Cambios en la fecha de siembra de los cultivos de invierno en Uruguay: Implicancias sobre el rendimiento y el riesgo

NOTA TÉCNICA

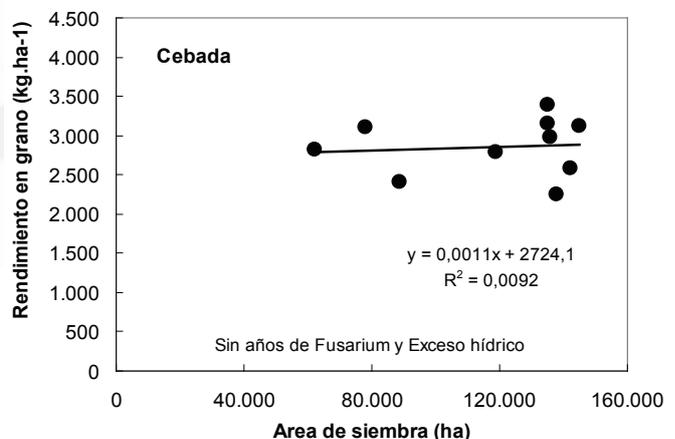
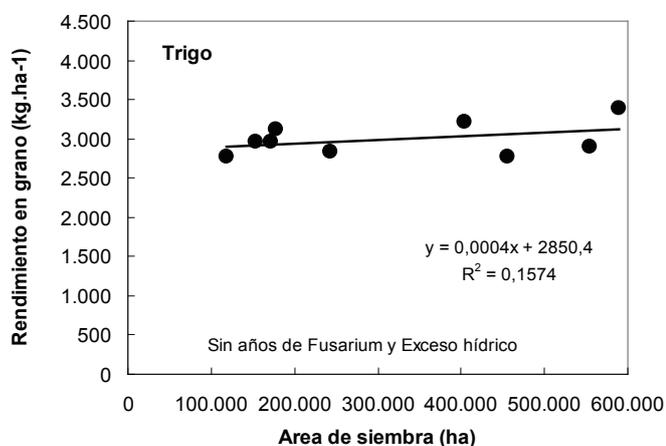
Esteban Hoffman\* y Ariel Castro\*

## INTRODUCCIÓN

La agricultura uruguaya comenzó el siglo con el área sembrada más baja en los últimos 100 años (apenas 400.000 ha sembradas en el 2000-01, según DIEA-MGAP), punto a partir del cual comenzó un proceso notable de expansión que llevó a multiplicar el área sembrada de todos los cultivos de secano y el área de cultivos de invierno, 5 y 3,5 veces, respectivamente. Este proceso y los notorios cambios estructurales que lo acompañaron, nos enfrentan luego de no más de 10 años a una agricultura muy distinta a la que conocimos al final del siglo XX. Los componentes más importantes de este cambio (por su visibilidad e implicancias) son: elevada proporción del área agrícola ubicada fuera de la zona litoral oeste (casi 40%), eliminación generalizada del laboreo (más del 90%

del área sembrada sin laboreo), cambio hacia un sistema de agricultura continua sin pasturas en rotación (menos del 7% del área asociada en el 2011), influencia dominante de nuevos actores (más del 50% de las empresas son nuevas, no existían en el año 2000), preponderancia del arrendamiento como forma de tenencia (54% del área agrícola actual, mientras que en el año 2000 apenas llegaba al 25%), y finalmente el incremento en la escala (las empresas de más de 1000 ha representan menos del 30% del área en 2001-02 y más del 70% en 2010-11; anónimo, 2011).

En este corto período de grandes cambios, la productividad de los distintos cultivos se ha mantenido prácticamente incambiada a pesar del incremento del área (García, 2009). En este escenario, dentro de los cultivos de invierno, la cebada muestra una mayor variabilidad de rendimiento entre años (Figura 1).

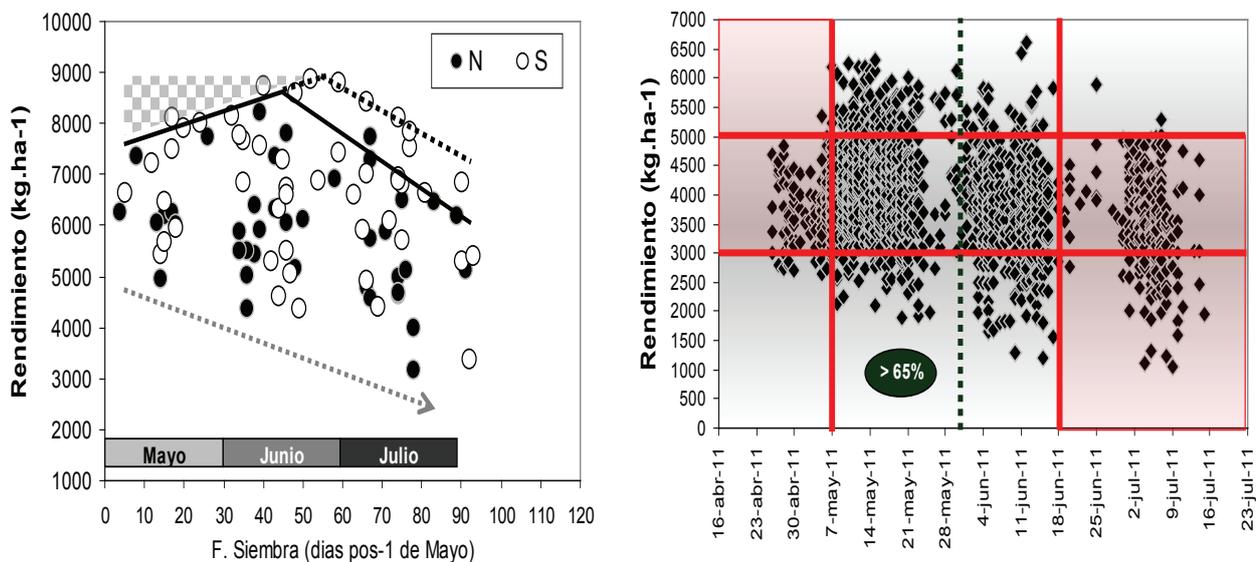


**Figura 1.** Rendimiento medio anual de grano de trigo y cebada cervecera desde el año 2000 a la fecha (sin los años de exceso hídrico y Fusarium del 2001 y 2002), en relación al área sembrada. Elaborada a partir de DIEA-MGAP; Anónimo. 2011.

En la situación actual, el mes con mayor área sembrada es mayo, lo que implica un cambio en referencia a la última década del siglo pasado y probablemente sea un reflejo de los cambios experimentados por el sector. En la zafra 2011, más del 65% de las chacras se sembraron antes del 31 de mayo (en base a información de 121.000 ha de área relevadas en todo el país) (Figura 2).

Si se analiza el rendimiento mínimo alcanzado por fecha de siembra tanto con información experimental como con registros de chacras, se muestra una tendencia consistente, con una caída de los rendimientos mínimos al retrasarse la fecha de siembra (Figura 2). Las siembras desde fines de junio muestran un alto riesgo por dos flancos: tienen un rendimiento potencial menor y una mayor probabilidad de ocurrencia de rendimientos bajos.

\* Ings. Agrs. Dpto. de Producción Vegetal, EEMAC.



**Figura 2.** Izq.- Comportamiento de los cinco mejores cultivares de trigo de cada año en zona litoral oeste norte (N) y sur (S), en el período 2003-2010. Elaborado en base a la información de la evaluación nacional de cultivares (inase.org.uy). Der.- Rendimiento de chacras de trigo 2011 en Uruguay, según su fecha de siembra. Elaborado en base información suministrada por FUCREA, Tafilar, Villa Trigo, ADL y Unicampo Uruguay (media de rendimiento 4080 kg/ha, 1989 chacras, 121.000 ha).

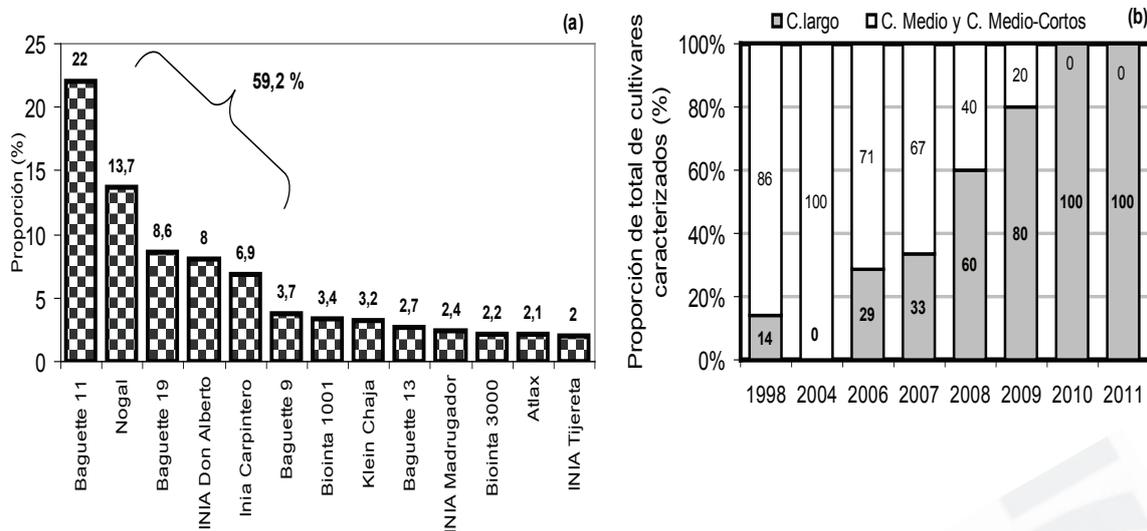
La estrategia de disminución del riesgo de ocurrencia de bajo rendimiento parece estar asociada, entre otros factores, a la eliminación de las fechas de siembra tardías, en las que es poco probable obtener rendimientos de trigo mayores a 5000 kg.ha<sup>-1</sup> de grano, y es máxima la posibilidad de obtener rendimientos menores a 3000 kg.ha<sup>-1</sup>. Esta tendencia a limitar los rendimientos máximos comienza a partir de la segunda década de junio. En tanto entre la primera década de mayo y la segunda de junio, sería el rango de fecha de siembra en el cual se alcanza la mayor proporción de chacras de rendimientos mayores a 5000 kg.ha<sup>-1</sup>. En función de esta información, la concentración de la siembra en mayo resulta lógica, porque ubica la mayoría del área sembrada dentro del rango de fecha de menor riesgo y mayor oportunidad de altos rendimientos.

Se sabe que los factores inesperados siempre conducen a un retraso del manejo planificado por lo que las siembras previas a mayo podrían ser el mecanismo de asegurar que la mayoría del área esté sembrada a fines de ese mes. Las ventajas parecen estar por el lado de reducir el riesgo de siembra tardía para algunas regiones y tipos de suelos y la disminución general de la probabilidad de ocurrencia de bajos rendimientos. Sin embargo, de la información ya discutida, no surge una ventaja en términos de productividad media, dado que el techo de rendimiento de las siembras previas a mayo se reduce sensiblemente. Esta tendencia a siembras más tempranas, en la medida que se consolide,

puede llegar a alterar el concepto de cuáles fechas de siembra consideramos tempranas, normales y tardías.

La siembra en mayo o fechas más tempranas tiene un riesgo potencial asociado a una espigazón y floración muy temprana en la primavera (empieza el 21/9). La reducción de ese riesgo necesariamente implica planes de siembra que incluyan una mayor proporción de cultivares de ciclo medio-largos y largos. Los resultados de la encuesta de primavera de DIEA-MGAP del 2011, evidencian este cambio en trigo e igual tendencia se registraría en cebada cervecera, en base a estructura de ciclo de los cultivares de cebada cervecera impulsados por los distintos criaderos (Figura 3).

Dos tendencias se observan en cuanto a la elección varietal en los últimos años: alta concentración en un número reducido de cultivares e importancia creciente de los materiales de ciclo medio-largo y largo. Del área ocupada por los cinco cultivares de trigo más sembrados en el año 2010 (59% del total del área sembrada), un 75% estuvo ocupada por cultivares de ciclo medio largo (Figura 3a). La estructura varietal del área triguera relevada en el invierno 2011 (presentada en la Figura 2), evidencia un nivel de concentración superior (79% del área fue sembrada con cinco cultivares) y un sesgo aún mayor hacia cultivares de ciclo medio largo (81% dentro del total de los cinco cultivares más sembrados). En esta área (superior a las 120.000 ha) se sembraron un total de 28 cultivares, de los cuales 18 de ellos no alcanzan un 10% del área.



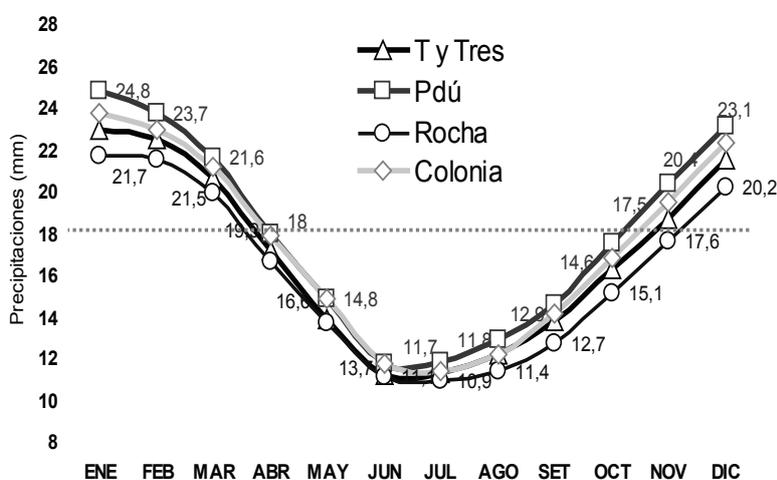
**Figura 3. a.-** Proporción del área sembrada de trigo por cultivar en la zafra 2010 en el Uruguay (Encuesta de primavera DIEA-MGAP) y **b.-** Cambio en la proporción de cultivares de cebada cervecera según largo de ciclo en función del año de caracterización en el programa de caracterización de cultivares de Facultad de Agronomía - EEMAC. (<http://www.eemac.edu.uy/index.php>).

De los 28 cultivares, 3 de cada 4 fueron de ciclo largo y medio-largo. La opción de ciclos más largos parece consistente con la preferencia de siembras en mayo, y muestra resultados productivos muy satisfactorios. Sin embargo, también introduce un riesgo implícito que es la potencial imposibilidad de concretar la fecha de siembra planificada por ausencia de buenas condiciones de siembra en mayo. Como se mencionó anteriormente, una opción para minimizar este riesgo es adelantar el comienzo de la siembra hacia el mes de abril. La información respecto al comportamiento productivo de trigo y cebada cervecera en estas fe-

chas de siembra es escasa y mucho menos consistente que la referida a las siembras de mayo.

### SIEMBRAS EN ABRIL, IMPLICANCIAS POTENCIALES

La siembra de cultivos de invierno temprano, en abril, (principalmente trigo) implica un aumento de la probabilidad de ocurrencia de temperaturas altas en las etapas iniciales de desarrollo (Figura 4).

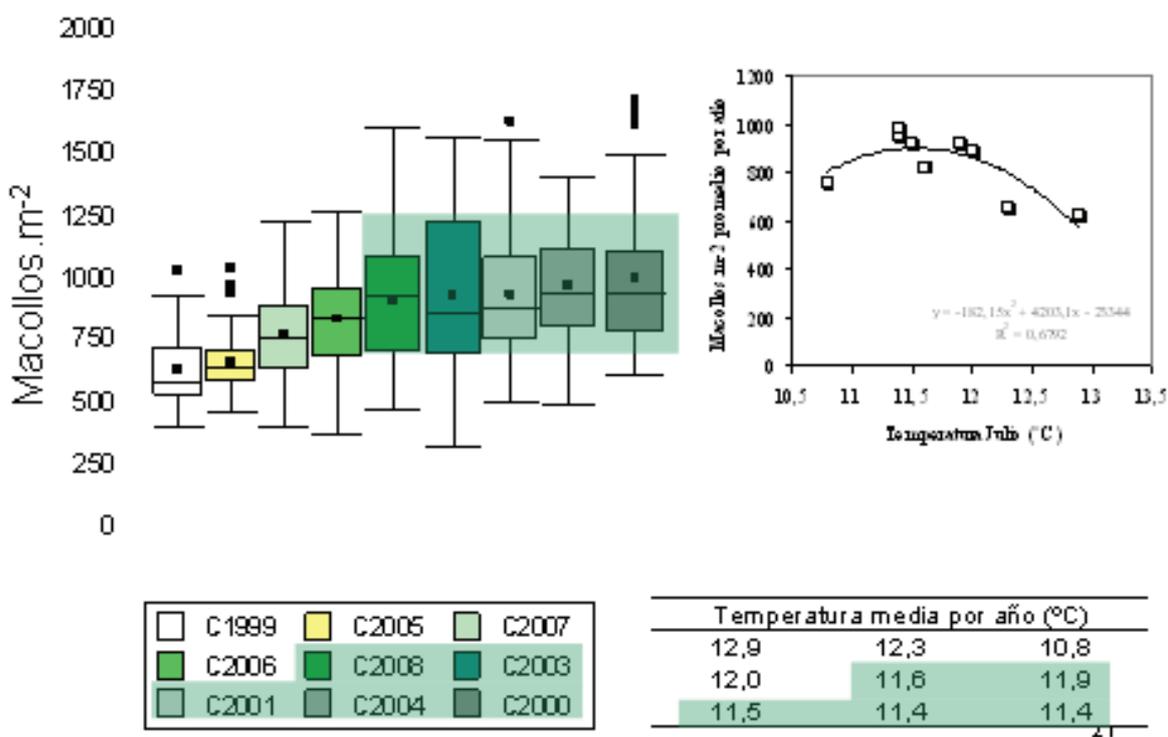


**Figura 4.** Régimen anual de temperatura promedio para cinco regiones contrastantes de Uruguay, 30 años (1975-2005) (MGAP-AECI 2006).

Por tanto, uno de los riesgos es el aumento de incidencia en dichas etapas de roya de la hoja. Si bien el impacto directo de dichas infecciones puede ser reducido debido a la entrada en latencia al bajar la temperatura, coloca al cultivo en una situación de muy alto riesgo frente a las infecciones secundarias que pueden ocurrir una vez que las temperaturas vuelvan a subir.

Por otra parte, aumenta la probabilidad de que la temperatura promedio en las fases iniciales de crecimiento se ubique en un rango de 15 a 17°C, lo que implica condiciones similares a las que enfrenta un cultivo sembrado en siembras extremadamente tardías (posteriores a fines de agosto), y muy alejadas del óptimo establecido para maximizar el macollaje (Hoffman *et al.*, 2009) (Figura 5). La consecuencia inmediata de esta situación es que se debe esperar una reducción importante en el número máximo de tallos a obtener. Este menor número de tallos.m<sup>2</sup> a Z 30 se

asocia en general a un incremento en su fertilidad por lo que no necesariamente va a implicar una reducción del número de espigas por unidad de superficie en la misma proporción que disminuye el macollaje (Hoffman *et al.*, 2009). Sin embargo, este comportamiento compensatorio, exhaustivamente evaluado, estudiado en condiciones térmicas típicas del invierno en Uruguay (que se ubican entre 5 y 6°C por debajo de las temperaturas probables del mes de abril), no es seguro que se verifique en las siembras tempranas extremas que se discuten. De acuerdo a la información disponible, son suficientes cortos períodos de alta temperatura en momentos cercanos al comienzo del macollaje para que el inicio del mismo se retrase y desincronice con la consecuente disminución de la tasa de fertilidad de tallos (Hoffman *et al.*, 2009). La probabilidad de la ocurrencia de este tipo de eventos es importante en siembras de abril.



**Figura 5.** Variación y máximo macollaje a Z 30 en trigo y su relación con la temperatura media durante el período de macollaje (las diferencias de temperatura promedio se alcanzaron en distintos años) (Hoffman *et al.*, 2009).

No existe mucha información reciente en referencia a la relación de macollaje y fertilidad de macollos, ni los valores absolutos de fertilidad en función del macollaje máximo para siembras anteriores a junio. Datos del programa de caracterización de cultivares de trigo en siembras de mayo de 2011 (Cuadro 1), su-

gieren que el impacto de la reducción del macollaje en el número de espigas no alcanzó a ser compensado por el incremento de fertilidad, y por tanto los valores finales de espigas.m<sup>2</sup> fueron inferiores a los correspondientes a la siembra de junio (Hoffman *et al.*, 2012).

**Cuadro 1.** Número de espigas y sus componentes para tres cultivares de trigo en dos fechas de siembra contrastante en el año 2011.

	Época 1 – 15 de Mayo			Época 2 – 11 de Junio		
	Macollos a Z 3.0 (Nro.m <sup>2</sup> )	Fertilidad de tallos (%)	Espigas (Nro.m <sup>2</sup> )	Macollos a Z 3.0 (Nro.m <sup>2</sup> )	Fertilidad de tallos (%)	Espigas (Nro.m <sup>2</sup> )
Temperatura de primeros 50 días de crecimiento (° C)		13,4			11,7	
INIA. D. Alberto	1363	47	637 a	2060 a	35	715 a
INIA. Tijereta	1285	40	505 ab	1838 ab	36	657 ab
INIA. Churrinche	1107	42	475 b	1267 b	44	548 b
Media	1252	43	539	1722	38	640
<i>P-valor</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>0,001</i>	<i>0,001</i>	<i>ns</i>	<i>&lt;0,0001</i>
<i>MDS (5%)</i>	--	--	<i>150,4</i>	<i>655,6</i>	--	<i>125,2</i>
<i>C.V. (%)</i>	<i>22,5</i>	<i>18,37</i>	<i>17,2</i>	<i>24,4</i>	<i>20,7</i>	<i>11,9</i>

**Nota:** Valores con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí dentro de columnas (LSD Fisher, P=0.05).

Por otra parte, analizando el comportamiento diferencial de los distintos genotipos estudiados, los datos preliminares muestran que el impacto negativo de la mayor temperatura fue mayor en aquel cultivar que parece representar mejor a los materiales potencialmente elegibles para ser utilizados en siembras más tempranas. INIA Tijereta, cultivar de ciclo largo, redujo un 23% el número de espigas sembrado en mayo en relación a junio, mientras que en los ciclos medios la reducción del número de espigas fue menor (13% y 11%, para INIA Churrinche e INIA Don Alberto, respectivamente). Si bien estos resultados son preliminares y podrían existir genotipos que presenten menor susceptibilidad a estos problemas, la información disponible muestra un problema potencial.

Un adelanto de la fecha de siembra implica, además, un cambio de las condiciones ambientales que experimenten las distintas fases del desarrollo del cultivo. La fenología de un cultivo de invierno está determinada por tres mecanismos, todos controlados genéticamente: la respuesta a la vernalización, la respuesta al fotoperíodo y la precocidad *per se*. El efecto sobre la fecha de antesis es bastante conocida, pero la información sobre las diferentes fases del crecimiento es escasa y más puntual (Slafer, 2003). Sobre la fecha de antesis y, en consecuencia, sobre las condiciones de llenado de grano, un anticipo de la fecha de siembra

puede provocar un adelanto marcado (en particular si la acumulación térmica en esos primeros días es importante). Esto incrementa los riesgos de pérdidas por heladas y bajas temperaturas en floración. Cultivares sensibles al fotoperíodo y con requerimientos de vernalización pueden reducir el riesgo (no eliminarlo). En el primer caso se dispone de información bastante completa, pero en el segundo caso la información es fragmentaria. Por otra parte, la presencia/existencia de cultivares con tolerancia al frío en etapas avanzadas podría también reducir los riesgos, pero también es escasa la información al respecto.

## CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

Los cambios en la agricultura nacional y la necesidad de lograr un porcentaje importante de las chacras sembradas en fechas anteriores al 15 de junio generan una tendencia hacia la exploración de fechas tempranas “extremas”, en particular para algunas regiones del país. En base a la información disponible, podría cuestionarse la necesidad de estas fechas de siembra en varias de las zonas que configuran la “región agroclimática I” definida por Corsi (1982). Si bien las ventajas logísticas de dichas siembras son claras para

algunas zonas, el conocimiento al momento no permite definir con claridad su potencial. Las condiciones en las que se desarrollará el cultivo son diferentes a las estudiadas hasta la fecha y generan riesgos. Algunos de estos riesgos pueden reducirse tanto por el manejo del cultivo como por el mejoramiento genético, pero su cuantificación y caracterización es limitada. Esto plantea la necesidad de generar información que permita esclarecer estos puntos y probablemente conduzca a la búsqueda de características genéticas novedosas en cultivares candidatos para este tipo de ambientes.

La evidencia muestra que a nivel de producción, los máximos rendimientos tienen un tope para siembras tempranas extremas, y si bien existe un cambio en el régimen térmico al que estaría expuesto un cultivo en este ambiente, la respuesta vegetal resulta de un conjunto de interacciones que van más allá de sólo temperaturas elevadas en las fases iniciales de crecimiento y desarrollo. En este sentido, y sin pretender profundizar en el conjunto de factores responsables y sus interacciones, creemos que debe generarse información nacional que permita abordar este tema, más allá de aspectos coyunturales.

Se está trabajando a nivel en analizar varios aspectos trascendentes para el estudio de este nuevo ambiente: impacto y control de infecciones de roya de la hoja en etapas muy tempranas del cultivo y efectos de diferentes perfiles de temperatura en las etapas iniciales del cultivo (crecimiento inicial, macollaje, sincronización). Sin embargo, no existen antecedentes nacionales en cuanto a otros factores también relevantes como: (i) efecto de vernalización en la fenología del cultivo en siembras con temperaturas altas en fases iniciales del ciclo; (ii) potencial del germoplasma de cultivos de invierno en lo que refiere a tolerancia al frío en etapas prefloración y floración.

Los resultados de producción que vemos son la consecuencia del año, el nuevo ambiente dado por los cambios registrados a nivel de ubicación geográfica y fecha de siembra, y el material genético en uso. Lo que hacemos tecnológicamente en cuanto al resto de los factores de producción se basa en un modelo estudiado para otra estación de siembra. El rediseño del manejo como base para mejorar los rendimientos máximos en fechas de siembra de abril necesariamente deberá pasar por generar información nacional que lo viabilice.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO, 2011.** Encuesta Agrícola 2011. Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA). Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP). Serie Encuestas N° 301. 30 p.
- CORSI, W.C. 1982.** Regionalización agroclimática de Uruguay para cultivos. En: MAP. CIABB. ELLE. Miscelánea 40. pp. 1-28.
- GARCIA, F. 2009.** Marco de referencia del I Simposio Nacional de Agricultura de Secano. En: Primer Simposio Nacional de Agricultura de Secano, Facultad de Agronomía, UDELAR – IPNI Cono Sur. ISBN978-9974-0-583-9. 3-5p.
- HOFFMAN, E.; VIEGA, L.; CADENAZZI, M.; BENÍTEZ, A.; GESTIDO, V.; MESA, P.; FERNÁNDEZ, R.; BAETEN, A.; GLISON, N. 2009.** Bases Morfofisiológicas que justifican el manejo diferencial de cultivares de Trigo y Cebada en Uruguay. En: Primer Simposio Nacional de Agricultura de Secano. Facultad de Agronomía, UDELAR – IPNI Cono Sur. ISBN978-9974-0-583-9- pp. 49-74.
- HOFFMAN, E.; MOREL, W.; FASSANA, N. 2012.** Caracterización de cultivares de trigo. Segundo año. Biointa 3004, INIA 2354, INIA Chimango, Cristalino y Meteoro. Primer año. Baguette 17, Baguette 18, Biointa 1006, Biointa 2004, Buck Fast, V2061/62, Arex. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay. Informe entregado a fuente de financiación: NIDERA Uruguay SA, INIA, ADP S, ERRO SA y FADISOL SA. 29 p.
- MGAP- Agencia española de cooperación (AECI). 2006.** Informe Proyecto de evaluación de información histórica para consideración de riesgos agrícolas Participación de FAGRO - INIA, Copa gran, Empresas de seguros...
- SLAFER, G. 2003.** Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. *Annals of applied biology*, 142, pp. 117-128.



ir a sumario