

# IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL CULTIVO DE TRIGO

Ing. Agr. Valentina Rubio, Ing. Agr. (MSc) Adriana Garcia Lamothe,  
Ing. Agr. (PhD) Silvia Pereyra

Programa Nacional Cultivos de Secano

En un contexto de márgenes económicos estrechos en el cultivo de trigo, la toma de decisiones tendientes a minimizar el impacto negativo de eventos naturales sobre el rendimiento y la calidad del grano adquieren mayor relevancia. Independientemente del techo que imponen las condiciones del año al potencial de rendimiento, cuanto más variables se logren controlar menor será el riesgo de obtener una baja productividad y comprometer el retorno económico.

Aún cuando el costo de producción por unidad de área incrementa, el costo por tonelada de grano obtenida será menor con un manejo eficiente de los recursos disponibles. El objetivo de este artículo es brindar información generada sobre el impacto de la variabilidad climática en el cultivo de trigo y evaluar posibles alternativas de manejo para minimizar los riesgos.

El efecto de diferentes variables climáticas en el rendimiento de trigo y su interacción con prácticas de manejo se estimó en base a la información generada durante 21 años en ensayos de potenciales de rendimientos (García Lamothe, 1997).

Los tratamientos evaluados fueron:

protección total con fungicidas- sin fertilización-N (PT\_NF)

protección total con fungicidas y fertilización-N (PT\_F) y

sin protección fertilizado con N (SP\_F).

En promedio, un 41 % de la variabilidad en los rendimientos de grano estuvo explicado por el efecto aleatorio del año, asociado al clima.

Un 41 % de la variabilidad en los rendimientos estuvo explicada por el clima. La fertilización y el manejo de enfermedades permiten lograr mayores rendimientos y disminuir su variabilidad.

Las prácticas de manejo, como la fertilización y protección con fungicidas mejoraron los rendimientos del cultivo y permitieron además reducir la variabilidad entre años en un 24 %.

En nuestro país, las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo suelen favorecer el desarrollo de un complejo de enfermedades que incluye manchas foliares, royas, oidio, fusariosis de la espiga, entre otras (Figura 1). En este estudio se observó que, en promedio, la reducción en las pérdidas de rendimiento logradas con el uso de fungicidas generan rendimientos 15 % superiores en los tratamientos protegidos. En años con alta incidencia de enfermedades estas diferencias alcanzaron hasta un 60 %.

La fertilización del cultivo implicó, en promedio, un incremento del rendimiento del 37 %. Un buen estado nutricional de los cultivos tiene efecto directo en su crecimiento y puede afectar la predisposición del cultivo a defenderse del ataque de patógenos, y eventualmente, reducir la necesidad de aplicaciones en cultivares moderadamente susceptibles, no así en los muy susceptibles.

Si bien las condiciones climáticas afectan el rendimiento en todas las etapas de desarrollo, existe un período más crítico (PC) para su definición (Fischer, 1985). En este estudio, ese período fue determinado entre los 15 días previos y 15 días posteriores a la floración. Estos resultados son similares a los reportados por Baethgen (1997) utilizando el modelo CERES-Wheat para condiciones de La Estanzuela.

Existe una relación significativa entre la precipitación efectiva acumulada en el PC y el rendimiento del cultivo (Figura 2). Los mayores rendimientos se obtuvieron con rangos de lluvias entre 30 y 120 mm. Con lluvias menores a 30 mm, el efecto negativo es directo. La escasez de agua afecta la absorción de nutrientes, el transporte



Figura 1 - Complejo de enfermedades en trigo.

dentro de la planta, y si esta ocurre en un período de alta competencia por asimilados (como durante el crecimiento de la espiga, la floración o el llenado del grano) se reduce el número de granos y el peso de los mismos. La escasez de agua puede afectar la floración y/o acortar el período de llenado del grano. Una alternativa de manejo ante este problema podría ser sembrar cultivares más tolerantes a la escasez de agua en años Niña, donde haya alta probabilidad de una primavera seca, aunque estos suelen tener menor potencial de rendimiento. El exceso hídrico también tiene un efecto negativo directo al favorecer, entre otros la ineficiencia del uso de Nitrógeno (N) y otros nutrientes esenciales.

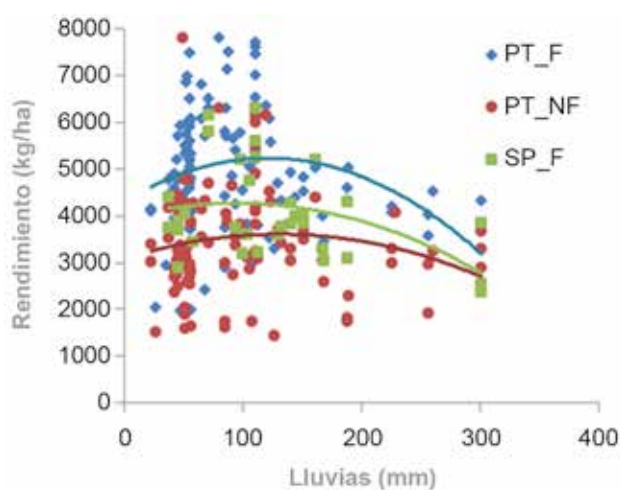
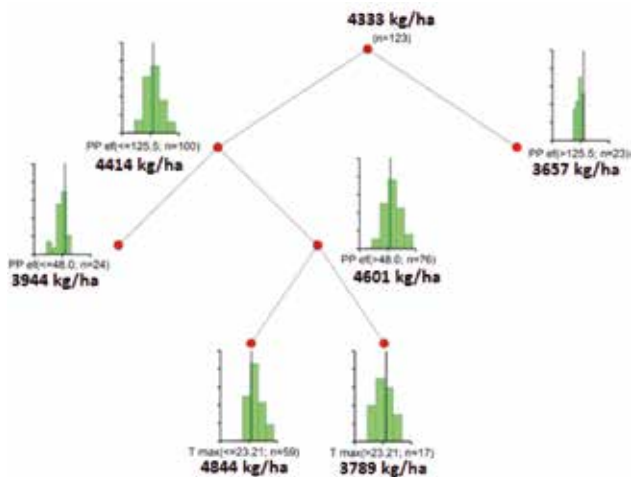


Figura 2 - Relación entre lluvias en el período crítico y rendimiento de grano del cultivo de trigo.





PP= precipitación efectiva acumulada (mm); Tmax= Temperatura máxima promedio

**Figura 3** - Árbol de clasificación-regresión de los rendimientos de trigo en función de las variables climáticas en período crítico. Tratamiento de protección total- fertilizado (PT-F)

En condiciones muy extremas provoca anoxia o hipoxia, lo que limita la actividad de las raíces. Por otro lado, condiciones de alta humedad pueden tener consecuencias negativas indirectas, al favorecer el ataque de enfermedades causadas principalmente por hongos y aumentar las dificultades para su control.

En años sin condiciones extremas de precipitación, la temperatura fue la variable que determinó el rendimiento alcanzado en el tratamiento PT\_F (Figura 3). Las temperaturas altas en el PC, con máximas mayores a 23 °C, causaron reducciones en el rendimiento del orden del 24 %. Un comportamiento similar fue observado en el tratamiento SP\_F, donde las temperaturas mínimas mayores a 12,9 °C (datos no mostrados), se asociaron a reducciones en los rendimientos, con un impacto negativo mayor, del orden del 44 %. El efecto negativo de la temperatura está relacionado a un acortamiento de las etapas de crecimiento que puede reducir el número de granos/ha en hasta un 4 % por cada °C de aumento en el lapso de 30 días previo a la floración (Fischer, 1985).

Por otro lado, además de las condiciones necesarias de humedad y/o agua libre en la parte aérea del cultivo esas altas temperaturas favorecen la infección y desarrollo de enfermedades. Es común que la suma de estas dos condiciones (humedad/agua libre y temperatura) junto a desbalances nutricionales, favorezca el desarrollo de hongos patógenos y haga más propenso al cultivo a ser infectado.

A su vez, las tendencias climáticas pronosticadas para nuestra región, por diferentes modelos, indican primaveras más húmedas, cálidas y con eventos de precipita-

ción extremos más frecuentes. Mediante el uso del modelo de simulación de desarrollo biológico DSSAT (Tsuji *et al.*, 1994), Giménez *et al.* (2009) afirman que las condiciones climáticas estimadas para el futuro (2020) considerando el nivel de concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico actual no tendrían impactos directos significativos en los rendimientos. Sin embargo, la incidencia de enfermedades podría ser ampliamente afectada, siendo la mayor preocupación el aumento de la frecuencia de fusariosis de la espiga.

## RECOMENDACIONES DE MANEJO

- La fertilización balanceada del cultivo permite alcanzar mayores rendimientos, inclusive con condiciones climáticas adversas, y genera una mayor estabilidad entre años. Para una correcta fertilización, es necesario ajustar la dosis de nutrientes con base a análisis de suelos y/o plantas y hacer una correcta interpretación de los resultados. Los productos utilizados deben ser de calidad (química y física), deben aplicarse en el momento y lugar oportunos. El rendimiento esperado debe ser considerado, ya que un aumento de la productividad se asocia directamente con una mayor demanda de N. Así, factores que limiten el rendimiento, o favorezcan la pérdida y/o absorción de nutrientes, también deben ser tenidos en cuenta. El clima es un ejemplo de estos factores así como también lo son las malezas, enfermedades y la condición física del suelo.



- Para disminuir el riesgo de la ocurrencia de altas temperaturas en el PC es posible manejar el ciclo del cultivo y la fecha de siembra. Cuando no ocurrieron limitantes nutricionales ni bióticas, la variable determinante del rendimiento fue el coeficiente foto termal (Q). El Q es la relación entre la radiación (MJ/ha/día) y la temperatura media menos la temperatura base (4,5° C).

En torno a floración, por un lado la alta radiación incrementa la tasa fotosintética y la disponibilidad de asimilados requeridos para el crecimiento de la espiga y la baja temperatura prolonga la duración de ese periodo. En este sentido, hay que buscar el equilibrio entre adelantar la fecha de siembra y lograr altas radiaciones en PC. Los datos obtenidos indican que en general las floraciones tempranas, en la primera quincena de octubre, presentan un menor nivel de enfermedades y mayores rendimientos.

- Una vez instalado el cultivo y ante condiciones predisponentes a la ocurrencia de enfermedades es fundamental realizar un control químico temprano en el desarrollo de la enfermedad foliar, en especial en cultivares susceptibles-moderadamente susceptibles y/o situaciones de siembra sobre rastrojo de trigo. Por ese motivo, es esencial el monitoreo de los cultivos para identificar los niveles críticos de infección en enfermedades foliares así como de las condiciones climáticas ocurridas y pronosticadas desde fin de macollaje.

Particularmente, en el caso de la fusariosis de la espiga donde la aplicación de fungicidas debe estar basada en condiciones predisponentes en torno a floración, se recomienda consultar los pronósticos climáticos regionales y el modelo DONcast para trigo brindado por INIA (en la sección Alertas y Herramientas del portal web). Resultados experimentales en INIA La Estanzuela durante el periodo 2012-2015 establecen que es posible obtener niveles de DON aceptables en grano ( $\leq 2$  ppm) al combinar cultivares resistentes y la aplicación de fungicida en inicio de floración con triazoles recomendados, asegurando un mojado adecuado de la espiga con el producto (Pereyra *et al.*, 2014; Pereyra *et al.*, 2016).

Estos resultados se han validado en las demás enfermedades, donde la efectividad del control y la severidad del ataque dependerán en gran medida de la base de resistencia genética del cultivar. Es importante seleccionar aquellos cultivares con mayor espectro de resistencia a las enfermedades prevalentes en el país, ya que estarán mejor posicionados frente a la ocurrencia de condiciones climáticas predisponentes y tendrán una mayor respuesta al eventual uso de fungicida. Al comienzo de cada zafra se encuentra disponible y actualizada la información de la caracterización sanitaria de los cultivares de trigo a nivel comercial en la página web de INIA (Caracterización sanitaria de cultivares de trigo y cebada).

## BIBLIOGRAFIA CITADA

BAETHGEN, W.E. Modelos de simulación para diagnóstico de limitaciones. In: EXPLORANDO ALTOS RENDIMIENTOS DE TRIGO. 1997. LA ESTANZUELA, COLONIA, UY. [Taller]. [Montevideo, UY]: CIMMYT-INIA, 1997. p. 127-148.

DEL PONTE, E.M.; FERNANDES, J.C; PAVAN, W. A risk infection simulation model for fusarium head blight of wheat. *Fitopatol. bras.* [online]. 2005, vol.30, n.6, pp.634-642.

FISCHER, R.A. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* 1985, vol. 105, pp447-461

GARCIA LAMOTHE, A. Fertilización con N y potencial de rendimiento en trigo. In: EXPLORANDO ALTOS RENDIMIENTOS DE TRIGO, 1997, LA ESTANZUELA, COLONIA, UY. [Taller]. [Montevideo, UY]: CIMMYT-INIA, 1997. p. 210-248.

GIMENÉZ, A.; CASTAÑO, J.; BAETHGEN, W.; LANFRANCA, B. Cambio climático en Uruguay, posibles impactos y medidas de adaptación en el sector agropecuario. Serie Técnica INIA; 178. Montevideo (Uruguay). 2009. 56 p.

PEREYRA, S; CASTRO, M.; GERMÁN, S.; QUINCKE, M.; SILVA, P.; VAZQUEZ, D.; CAL, A. Avances en el manejo de la fusariosis de la espiga en trigo. 2014. *Revista INIA* 37:43-50

PEREYRA, S; GONZALEZ, N; STANTON, J; CASTRO, M. 2016. Integrated management of Fusarium head blight in Uruguay. P49. IN: PROCEEDINGS OF THE 5TH INTERNATIONAL SEMINAR ON FUSARIUM HEAD BLIGHT AND 2ND INTERNATIONAL WORKSHOP ON WHEAT BLAST. April 6-10, 2016. Florianopolis, Brazil. <http://mosaico.upf.br/~events/scabandblastofwheat-book.pdf>

VARGAS, P.R., FERNANDES, J.M.C., PICININI, E.C. & HUNT, L.A. Simulação de epidemia de giberela em trigo. *Fitopatologia Brasileira* 25:497-504. 2000.

TSUJI, G.Y., G. UEHARA AND S. BALAS. DSSAT v3.0. 1994. University of Hawaii. Honolulu, Hawaii.

