TD News

NOCIONES BASICAS PARA EL MANEJO DEL CULTIVO DE MAIZ EN AMBIENTES CON ELEVADO RIESGO DE INCIDENCIA DE GOLPES DE CALOR

Con estas altas temperaturas, baja humedad relativa y escasas lluvias, nos surgen una serie de interrogantes sobre el cultivo de maíz. El presente articulo posiblemente, nos de alguna base de entendimiento sobre estas condiciones climáticas..

Ing. Agr., Dr., Juan Ignacio Rattalino Edreira
juan.ignacio.rattalino.edreira@monsanto.com

El estrés por golpe de calor puede definirse como un ascenso de temperatura por encima de un valor umbral y durante un período de tiempo suficiente que provoca daños irreversibles en el crecimiento y desarrollo de las plantas [1]. Las temperaturas supraóptimas provocan inhibición de la síntesis de proteínas, agregación y desnaturalización de las mismas, y alteraciones en la fluidez de membrana que pueden desencadenar en un repentino colapso celular [2-3]. La magnitud de dicho efecto depende de **características del estrés y del cultivo.** Entre las primeras se encuentran la (i) intensidad del estrés (i.e., temperatura máxima del aire), (ii) duración y (iii) tasa de incremento térmico [4-6]. Entre la segundas se destacan (i) el grado de aclimatación del cultivo al estrés debido a exposiciones previas a elevadas temperaturas, (ii) la sensibilidad a las temperaturas supraóptimas en distintos estadios ontogénicos, y (iii) el nivel de termotolerancia de cada genotipo. La compleja relación entre estas variables dificulta la determinación de un único **valor umbral de temperatura** a partir del cual un determinado proceso es inhibido. Incluso, distintos tejidos y órganos de la planta son afectados de manera diferente a una misma temperatura dependiendo de la susceptibilidad del proceso metabólico dominante en dichas estructuras. No obstante, en maíz se ha generalizado el uso de 35 °C como nivel umbral de temperatura supraóptima debido a los resultados obtenidos en diversos estudios donde se evaluó el impacto de las altas temperaturas sobre procesos de desarrollo, crecimiento y eventos reproductivos [7-11].

Al igual que otros estreses, la incidencia de temperaturas supraóptimas tiene un mayor impacto sobre el rendimiento en grano cuando ocurre alrededor de floración. En este período se define el número de granos, principal determinante numérico del rendimiento. El golpe de calor reduce la fijación de granos a través de efectos directos e indirectos. Los primeros se deben a fallas sobre distintos eventos reproductivos que ocurren alrededor de floración (e.g., polinización, cuaje de granos), mientras que los segundas se asocian a reducciones en la disponibilidad de asimilados por planta [12]. Las pérdidas de rendimiento debidas a eventos de golpes de calor han sido atribuidas principalmente a fallas en el proceso de polinización, principalmente por falta de polen viable [13]. A diferencias de las estructuras femeninas, el grano de polen no tiene la capacidad de sintentizar moléculas para la mitigación del estrés (e.g., proteínas de golpe de calor). Esto podría explicar la mayor susceptibilidad de la estructura masculina al estrés y la ausencia de resultados contundentes que demuestren la existencia de diferencias genotípicas en la tolerancia del polen al golpe de calor.

Existen dos alternativas ampliamente conocidas para hacer frente a estreses bióticos y abioticos: **tolerancia y escape**. La estrategia de tolerancia se basa en la utilización de híbridos adaptados para soportar mejor el estrés y así minimizar las pérdidas de rendimiento. La estrategia de escape consiste en evitar la coincidencia de las etapas más sensibles del cultivo con los momentos de mayor probabilidad de ocurrencia del estrés. La inexistencia de diferencias genotípicas en la tolerancia del polen al golpe de calor determina que la mejor estrategia de manejo para hacer frente al golpe de calor sea el escape. La misma consiste en evitar la coincidencia de las etapas más sensibles del cultivo con los momentos de mayor probabilidad de ocurrencia del estrés. La elaboración de estrategias de producción basadas en el escape al golpe de calor requiere (i) conocer las características

del estrés y su variación intra e inter-anual, (ii) identificar las etapas del cultivo más sensibles al estrés, y (iii) predecir la sucesión de la fenología del cultivo en el ambiente objetivo.

i. Teniendo en cuenta a la Republica Argentina, la probabilidad de ocurrencia de eventos de golpe de calor es mayor para las épocas del año próximas al solsticio de verano y, en una escala espacial, para la región norte (figura 1). En dicha región, la probabilidad de ocurrencia de días con temperaturas superiores a 35 ºC durante la primera década de enero se incrementa de este a oeste, variando entre 0.2 y 0.3 (i.e., 2 a 3 días de cada 10 presentan temperaturas superiores a 35 ºC) en la provincia de Misiones hasta un 0.4 y 0.5 en la región seca y llana del NO argentino (oeste de Chaco y Formosa y norte de Santiago del Estero). Más hacia el oeste, la elevación del terreno (efecto orográfico) interrumpe dicho gradiente y determina disminuciones de los eventos extremos. Continuando hacia el sur dicha probabilidad disminuye en las provincias de Corrientes, norte de Córdoba y norte de Santa Fe (0.2 a 0.3), para ubicarse en apenas 0.01 en Tierra del Fuego. Por su parte, Buenos Aires constituye la provincia de la región pampeana con menor riesgo térmico, debido al efecto moderador del océano Atlántico.

ii. El período de mayor sensibilidad al golpe de calor se ubica alrededor del período de floración, tal como fuera mencionado anteriormente.

iii. Para predecir la sucesión de las etapas ontogénicas es necesario considerar factores inherentes al cultivo (e.g., requerimientos térmicos para las diferentes etapas, respuesta al fotoperíodo) y al ambiente (e.g., temperatura, fotoperíodo).

La estrategia de escape al golpe de calor descripta anteriormente ha sido establecida teniendo en cuenta al estrés térmico como único factor limitante. Sin embrago, en condiciones de campo los cultivos suelen estar expuestos a episodios simultáneos de estreses abióticos (e.g., sequía, deficiencias nutricionales) y bióticos durante el ciclo. Debido a la complejidad de las interacciones establecida entre los diferentes estreses sería necesario tomar decisiones de manejo que jerarquicen la magnitud de los efectos de cada estrés en cada región productiva. De esta forma, si la incidencia de golpes de calor tiene un menor impacto sobre el rendimiento que la ocurrencia de sequías abruptas durante el período crítico del cultivo, las recomendaciones de manejo deberían atender en primera instancia a reducir el impacto del principal factor limitante (i.e., disponibilidad hídrica) y luego a los restantes factores restrictivos (e.g., golpe de calor).

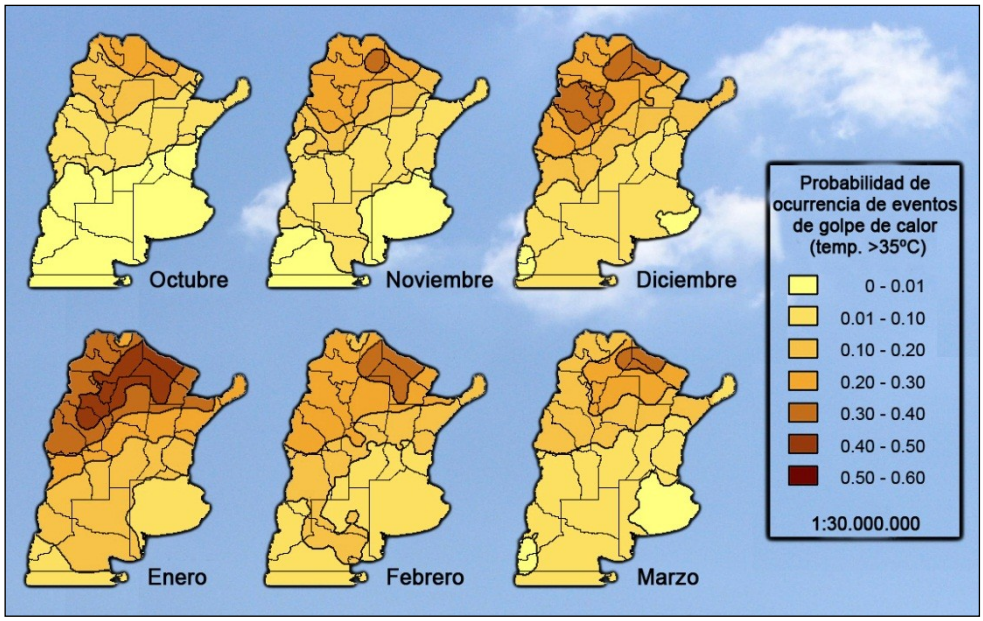

Figura 1. Mapa de distribución de la probabilidad de ocurrencia de eventos de golpes de calor (días con temperaturas superiores a 35 ºC) en la región centro-norte de la República Argentina para el primer decenio de los meses comprendidos entre octubre y marzo [14].

Bibliografía

[1] Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M.R., Khair A. (2007) Heat tolerance in plants: An overview. Environ Exp Bot 61:199-223.
[2] Fan T., Xing T. (2004) Heat shock induces programmed cell death in wheat leaves. Biol Plant 48:389-394.
[3] Pennell R.I., Lamb C. (1997) Programmed cell death in plants. Plant Cell 9:1157-1168.
[4] Al-Khatib K., Paulsen G.M. (1999) High-temperature effects on photosynthetic processes in temperate and tropical cereals. Crop Sci 39:119-125.
[5] Crafts-Brandner S.J., Salvucci M.E. (2000) Rubisco activase constrains the photosynthetic potential of leaves at high temperature and CO2. Proc Natl Acad Sci USA 97:13430–13435.
[6] Crafts-Brandner S.J., Salvucci M.E. (2002) Sensitivity of photosynthesis in a C4 plant, maize, to heat stress. Plant Physiol 129:1773-1780.
[7] Berry J., Bjorkman O. (1980) Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. Annu Rev Plant Physiol 31:491-543.
[8] Dupuis I., Dumas C. (1990) Influence of temperature stress on in vitro fertilization and heat shock protein synthesis in maize (Zea mays L.) reproductive tissues. Plant Physiol 94:665-670.
[9] Herrero M.P., Johnson R.R. (1980) High temperature stress and pollen viability of maize. Crop Sci 20:796-800.
[10] Sinsawat V., Leipner J., Stamp P., Fracheboud Y. (2004) Effect of heat stress on the photosynthetic apparatus in maize (Zea mays L.) grown at control or high temperature. Environ Exp Bot 52:123-129.
[11] Tollenaar M., Daynard T.B., Hunter R.B. (1979) Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. Crop Sci 19:363-366.
[12] Rattalino Edreira J.I., Otegui M.E. (2013) Heat stress in temperate and tropical maize hybrids: A novel approach for assessing sources of kernel loss in field conditions. Field Crops Res 142:58-67.
[13] Barnabás B., Jager K., Feher A. (2008) The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant Cell Environ 31:11-38.
[14] Rattalino Edreira J.I., Maddonni G.A., Otegui M.E. (2011) Golpe de calor y productividad en maíz: El ambiente y la genética, Revista técnica de los productores en siembra directa, AAPRESID, Rosario, Argentina. pp. 1-7.