

Reducción de rendimientos en maíz por altas temperaturas durante la noche

Temperatura Nocturna y Producción de Maíz

- Los productores de maíz son generalmente conscientes de que las altas temperaturas nocturnas pueden ser perjudiciales para el rendimiento; sin embargo, los efectos sobre los procesos específicos de la planta y los componentes del rendimiento no se comprenden tan bien.
- El maíz se originó en la Sierra Central de México y se adaptó durante su evolución a las condiciones climáticas predominantes de esta región, consistentes en días cálidos y noches frescas.
- Las investigaciones han demostrado que las temperaturas nocturnas por encima del promedio durante el crecimiento reproductivo pueden reducir el rendimiento del maíz tanto por la reducción del número como del peso del grano.

Bajada de rendimiento por alta temperaturas nocturna

En 2009, muchos agricultores del medio oeste de Estados Unidos produjeron rendimientos récord de granos de maíz. Sin embargo, en 2010, incluso con lluvias adecuadas, la producción de granos de maíz fue mucho menor.

- Una diferencia notable entre estas dos temporadas de crecimiento fue la temperatura nocturna después de la polinización.
- Las temperaturas mínimas nocturnas promedio durante julio y agosto de 2009 fueron aproximadamente 13-15 °C más bajas que las temperaturas mínimas nocturnas promedio de 2010 en el Cinturón de Maíz (Figuras 1 y 2).

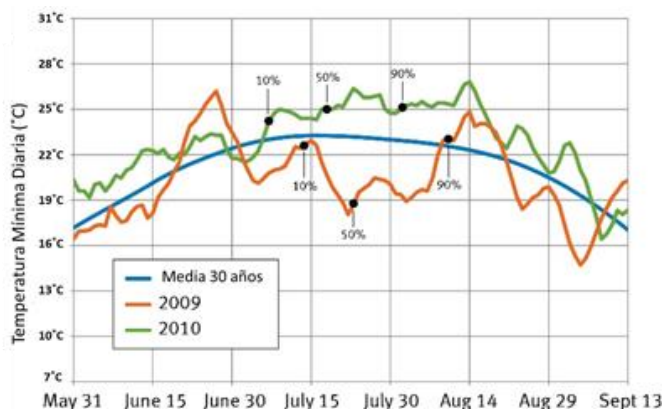


Figura 1. Temperaturas mínimas diarias (media móvil de 7 días) para Des Moines, IA, en 2009 y 2010, y temperaturas mínimas diarias medias de 30 años (1981-2010). Fechas aproximadas del 10%, 50% y 90% de sedas Iowa en 2009 y 2010 basadas en los informes de progreso de la cosecha del USDA.

Estudio de la Universidad de Illinois

- La primera evidencia experimental de que las altas temperaturas nocturnas pueden tener un efecto perjudicial en el rendimiento del maíz proviene de un experimento realizado en la Universidad de Illinois (Peters et al., 1971).
- El maíz cultivado con una temperatura nocturna promedio de 29°C produjo un 40% menos de grano que el maíz cultivado con una temperatura nocturna promedio de 16°C (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la temperatura nocturna desde la seda hasta la madurez fisiológica en el rendimiento del maíz (Peters et al., 1971).

Tratamiento	Temp. Mínima Media °C	Cosecha Kg/ha
Aire Natural	18	11.298
Frio	17	10.894
Caliente	29	6.775

Más investigaciones sobre los efectos de la temperatura

- Las investigaciones han demostrado una reducción en el número de granos asociada con las altas temperaturas nocturnas (Cantarero et al. 1999).
- Los resultados mostraron que el aborto en granos en las parcelas calentadas fue 8% más alto que en las parcelas control. Las mazorcas en las parcelas calentadas tuvieron un promedio de 34 granos por hilera al momento de la cosecha, comparado con 37 granos por hilera en las parcelas control.
- Un estudio de Badu-Aprakuet al. (1983) examinó el efecto de la temperatura sobre el llenado de granos después de haberse establecido el número de granos.
- Los resultados mostraron que el rendimiento de grano por planta se vio afectado significativamente por el régimen de temperaturas (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de la temperatura sobre la duración del llenado de grano, peso del grano por planta y número de granos (Badu-Aprakuet al., 1983).

Temp Día/Noche °C	Duración llenado grano días	Peso grano por planta gramos	Numero granos
25/15	39 a	124 a	550 a
25/25	31 b	102 b	580 a
35/15	24 c	70 c	593 a
35/25	21 d	68 c	606 a

¿Por qué las noches cálidas reducen el rendimiento?

• La investigación actual apoya dos hipótesis que pueden explicar por qué las temperaturas más altas durante el periodo de llenado del grano reducen el rendimiento del grano:

- o Mayor tasa de respiración celular.
- o Desarrollo fenológico acelerado.

Mayor frecuencia respiratoria

• La explicación más comúnmente citada para el efecto perjudicial de las altas temperaturas nocturnas en el rendimiento del maíz es el aumento del gasto de energía debido a una mayor tasa de respiración celular durante la noche.

- La respiración celular consume carbono asimilado a través de la fotosíntesis para mantener y aumentar la biomasa vegetal.
- Las temperaturas más altas producen tasas más rápidas de respiración celular en una planta de maíz, haciendo menos azúcar disponible para la deposición como almidón en los granos.
- Una menor tasa de respiración en relación con la fotosíntesis ha sido generalmente vista como favorable para maximizar la productividad agrícola y el rendimiento de granos.
- Aunque las temperaturas nocturnas más altas indudablemente aumentan la tasa de respiración en el maíz, la investigación generalmente sugiere que las tasas más altas de respiración nocturna probablemente no tienen un gran impacto en el rendimiento del maíz.

o En un estudio que examinó los efectos de la temperatura nocturna elevada, la respiración nocturna en las hojas de las plantas no difirió significativamente entre las parcelas calentadas y las de control (Cantarero et al., 1999).

o En otro estudio, se encontró que las tasas de respiración eran altas para las plantas recién surgidas, pero disminuyeron a medida que las plantas se desarrollaban (Quin, 1981). Los investigadores concluyeron que el aumento en las tasas de respiración asociado con las altas temperaturas nocturnas probablemente no tuvo un impacto mayor en el rendimiento del maíz.

Desarrollo Fenológico Acelerado

• Las altas temperaturas nocturnas reducen el tiempo necesario para que las plantas de maíz alcancen la madurez fisiológica.

• El acortamiento del tiempo entre la emergencia de la seda y la madurez reduce el número de días que la planta de maíz está involucrada en la fotosíntesis durante el llenado del grano, reduciendo efectivamente la cantidad de energía que la planta de maíz puede convertir en rendimiento del grano.

• Después de la temporada de crecimiento 2010, los investigadores de la Universidad Estatal de Iowa utilizaron el modelo Hybrid-Maize para explorar los efectos de la temperatura nocturna en la longitud del llenado de granos (Elmore, 2010).

• El modelo comparó los días pronosticados hasta la madurez basándose en las temperaturas reales de 2010 frente a las temperaturas mínimas diarias del 15 de julio al 15 de agosto

reemplazadas con las de la temporada de crecimiento de 2009 (etiquetadas como T_{min} en la Tabla 3).

• Los resultados mostraron que las temperaturas nocturnas más bajas durante el periodo de un mes después del relleno de granos extendido por la seda fueron de una semana o más.

Tabla 3. Simulaciones realizadas con días resultantes de Maíz Híbrido en etapas reproductivas y días totales hasta la madurez en cinco fincas de investigación y demostración de la Universidad Estatal de Iowa.

Fincas de Investigación	Año	Días en los estados reproductivos	Total de días a Madurez
Sutherland	2010	61	131
Sutherland	2010 T _{min}	72	144
Nashua	2010	55	122
Nashua	2010 T _{min}	63	130
Ames	2010	50	115
Ames	2010 T _{min}	59	124
Lewis	2010	50	115
Lewis	2010 T _{min}	58	123
Crawfordsville	2010	50	114
Crawfordsville	2010 T _{min}	57	120

• La investigación llevada a cabo por Badu-Aprakuet al. (1983) proporciona más pruebas de que acortar los días desde la aparición de la seda hasta la madurez fisiológica reduce el rendimiento de grano.

• Los resultados mostraron que la duración del periodo de llenado del grano y el rendimiento de grano por planta se vieron afectados significativamente por la temperatura (Tabla 2).

• Las investigaciones generalmente muestran que el desarrollo fenológico acelerado es probablemente el mecanismo principal por el cual las altas temperaturas nocturnas pueden afectar negativamente el rendimiento del maíz.

Badpraku, B., R. B. Huner, y M. Tollenaar. 1983. Efecto de la temperatura durante el llenado de grano en toda la planta y el rendimiento de grano en el maíz (ZeamaysL.). Can. J. Plant Sci. 63:357-363.

Cantarero, M. G., A. G. Cirilo, y F. H. Andrade. 1999. Night temperature at silking affects kernel set in maize. Crop Sci. 39:703-710.

La Universidad del Estado de Iowa, 9 de octubre de 2010.

Peters, D. B., J. W. Pendleton, R. H. Hageman, y C. M. Brown. 1971. Efecto de la temperatura nocturna en el grano de maíz, trigo y soja. Agron. J. 63:809.

Quin, F. M. 1981. Respiración nocturna de un cultivo de maíz en los trópicos húmedos de las tierras bajas. J. del Aplicante Ecol. 18:497-506.1

Autores: Mark Jeschke, Nanticha Lutt, and Stephen D. Strachan