

Redução de rendimentos em milho devido a temperaturas elevadas durante a noite

Temperatura Noturna e Produção de Milho

- Os produtores de milho estão geralmente cientes de que as temperaturas noturnas elevadas podem ser prejudiciais para o rendimento; contudo, os efeitos sobre os processos específicos da planta e dos componentes do rendimento não se compreendem muito bem.
- O milho teve origem na Sierra Central de México e adaptou-se durante a sua evolução às condições climáticas pre-dominantes desta região, que consistem em dias quentes e noites frescas.
- As investigações demonstraram que as temperaturas noturnas acima da média durante o crescimento reprodutivo pode reduzir o rendimento do milho tanto através da redução do número como do peso do grão.

Diminuição do desempenho devido a temperaturas noturnas elevadas

Em 2009, muitos agricultores do meio oeste de Estados Unidos produziram rendimentos recorde de grãos de milho. Contudo, em 2010, mesmo com chuvas adequadas, a produção de grãos de milho foi muito menor.

- Uma diferença notável entre estas duas temporadas de crescimento foi a temperatura noturna após a polinização.
- As temperaturas mínimas noturnas médias durante julho e agosto de 2009 foram cerca de 13-15°C mais baixas do que as temperaturas médias mínimas noturnas de 2010 no Cinturão do Milho (Figuras 1 e 2).

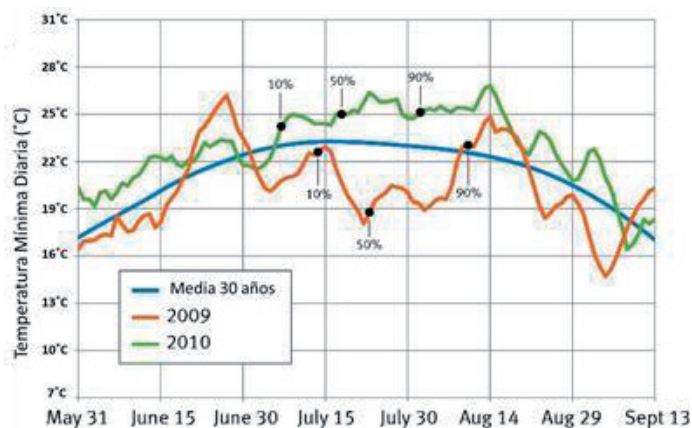
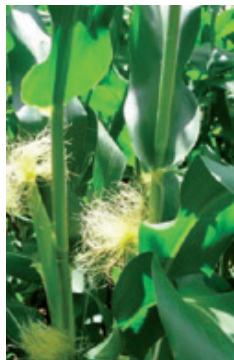


Figura 1. Temperaturas mínimas diárias (média móvel de 7 dias) para Des Moines, IA, em 2009 e 2010, e temperaturas mínimas diárias médias de 30 anos (1981-2010). Datas aproximadas para 10%, 50% e 90% de sedas no Iowa em 2009 e 2010, com base nos relatórios de progresso da cultura do USDA.

Estudo da Universidade de Illinois

- A primeira evidência experimental de que temperaturas noturnas elevadas podem ter um efeito prejudicial sobre a produção de milho provem de uma experiência realizada na Universidade de Illinois (Peters et al., 1971).
- O milho cultivado com uma temperatura noturna média de 29°C produz 40% menos de grão que o milho cultivado com uma temperatura noturna média de 16°C (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da temperatura noturna desde a seda até à maturação fisiológica no rendimento do milho (Peters et al., 1971).

Tratamento	Temp. Mínima Média °C	Colheita Kg/ha
Ar Natural	18	11.298
Frio	17	10.894
Quente	29	6.775

Mais investigações sobre os efeitos da temperatura

- As investigações demonstraram uma redução no número de grãos associada com as temperaturas noturnas elevadas (Cantarero et al. 1999).
- Os resultados mostraram que o aborto dos grãos nas parcelas aquecidas foi 8% mais alta do que nas parcelas de controlo. As maçarocas nas parcelas aquecidas tinham uma média de 34 grãos por linha no momento da colheita, em comparação com 37 grãos por linha nas parcelas de controlo.
- Um estudo de Badu-Aprakuet al. (1983) examinou o efeito da temperatura sobre o enchimento do grão depois de se ter estabelecido o número de grãos.
- Os resultados mostraram que o rendimento de grãos por planta foi significativamente afetado pelo regime de temperaturas (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da temperatura na duração do enchimento de grãos, peso de grãos por planta e número de grãos (BaduAprakuet al., 1983).

Temp Dia/Noite °C	Duração do enchimento de grãos dias	Peso de Grão por Planta gramas	Número de grãos
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 que noites quentes reduzem o desempenho?

A investigação atual sustenta duas hipóteses que podem explicar porque é que as temperaturas mais altas durante o período de enchimento de grãos reduzem o rendimento de grãos:

- Maior taxa de respiração celular.
- Desenvolvimento fenológico acelerado.

Maior frequência respiratória

A explicação mais comumente citada para o efeito prejudicial das temperaturas noturnas elevadas na produção de milho é o aumento no gasto de energia devido a uma taxa mais alta de respiração celular durante a noite.

- A respiração celular consome carbono assimilado através da fotossíntese para manter e aumentar a biomassa vegetal.
- As temperaturas mais altas produzem taxas mais rápidas de respiração celular numa planta de milho, fazendo com que haja menos açúcar disponível para deposição, como amido nos grãos.
- Uma taxa respiratória mais baixa em relação à fotossíntese tem sido geralmente vista como favorável para maximizar a produtividade agrícola e o rendimento de grãos.

Embora as temperaturas noturnas mais altas indubitavelmente aumentem a taxa de respiração no milho, a investigação geralmente sugere que as taxas mais altas de respiração noturna provavelmente não têm grande impacto na produção de milho.

- Num estudo que examinou os efeitos da temperatura noturna elevada, a respiração noturna nas folhas das plantas não diferiu significativamente entre as parcelas aquecidas e as de controle. (Cantarero et al., 1999).
- Noutro estudo, descobriu-se que as taxas de respiração foram altas nas plantas recém-emergidas, mas diminuíam à medida que as plantas se desenvolviam (Quin, 1981). Os investigadores concluíram que o aumento nas taxas respiratórias associadas com as temperaturas noturnas elevadas provavelmente não teve um grande impacto no rendimento do milho.

Desenvolvimento Fenológico Acelerado

- ✓ As temperaturas noturnas elevadas reduzem o tempo necessário para que as plantas de milho alcancem a maturidade fisiológica.
- ✓ O encurtamento do tempo entre a emergência da seda e a maturidade reduz o número de dias que a planta de milho está envolvida na fotossíntese durante o enchimento de grãos, reduzindo efetivamente a quantidade de energia que a planta de milho pode converter em rendimento de grãos.
- ✓ Depois da temporada de crescimento de 2010, os investigadores da Universidade Estatal de Iowa utilizaram o modelo Híbrido-Milho para explorar os efeitos da temperatura noturna no comprimento do enchimento de grãos (Elmore, 2010).
- ✓ O modelo comparou os dias previstos para a maturidade com base nas temperaturas reais de 2010 em comparação com as temperaturas mínimas diárias desde 15 de julho até 15 de agosto substituídos com os da temporada de crescimento de 2009 (etiquetadas como T_{min} na Tabela 3).

- ✓ Los resultados mostraron que as temperaturas noturnas mais baixas durante o período de um mês depois do enchimento dos grãos estendido pela seda foram de uma semana ou mais.

Tabela 3. Simulações realizadas com dias resultantes de Milho Híbrido na etapas reprodutivas e dias totais até à maturação em cinco herdades de investigação e demonstração da Universidade Estatal de Iowa.

Herdades de Investigação	Ano	Dias nos estágios reprodutivos	Total de dias para a maturidade
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

- ✓ A investigação realizada por Badu-Aprakuet al. (1983) fornece mais evidências de que dias mais curtos, desde o surgimento da seda até a maturidade fisiológica, reduzem o rendimento de grãos.
- ✓ Os resultados mostraram que a duração do período de enchimento de grãos e o rendimento de grãos por planta foram significativamente afetados pela temperatura (Tabela 2).
- ✓ A investigação geralmente mostra que o desenvolvimento fenológico acelerado é provavelmente o principal mecanismo em que as temperaturas noturnas elevadas podem afetar negativamente a produção de milho.

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 (Zeamays L.). Can. J. Plant Sci. 63:357-363.

Cantarero, M.G., A.G. Cirilo, y F.H. Andrade. 1999. Night temperature effects on 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