



INFLUÊNCIA DOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS NA IMPLANTAÇÃO DO MILHO E SORGO EM SAFRINHA

Luiz Marcelo Aguiar Sans¹

1. INTRODUÇÃO

A planta, as condições edafoclimáticas e o manejo cultural são fatores que definem um sistema de produção, não somente quanto a produtividade mas também quanto aos aspectos socioeconômicos e de sustentabilidade. Qualquer modificação em algum desses três elementos, implicara em mudança da produtividade e sabemos que o homem somente tem poder de alterar o manejo e a cultura. Uma das formas de influenciar nessa interação dinâmica é a escolha da cultura a ser utilizada. Para que se faça uma escolha acertada (de menor risco), é necessária que se conheça bem o comportamento que terá essa cultivar, ou seja, qual é a resposta da cultivar as condição edafoclimática que será submetida.

No que se refere ao fator edáfico, pode-se dizer que não é um fator tão restritivo da época de plantio uma vez que já existem tecnologias para as mais diferentes condições.

Por outro lado, o fator clima, que foge ao controle do homem, tem um papel muito importante no comportamento da cultura. É um definidor não somente da época de plantio mas principalmente da produtividade uma vez que tem uma influencia muito grande na fisiologia da planta.

Dois aspectos são importantes quando se pensa em safrinha. O primeiro refere-se época de plantio da safrinha que é basicamente definido pela cultura da primeira safra e, o segundo, as condições ambientais no período de safrinha que são totalmente diferentes da época de plantio da primeira safra. A escolha da cultivar deve ser embasada nas suas características fisiológicas principalmente nos aspectos ligados a resistência e tolerância da cultivar. Portanto, é importante ter cultivares mais

¹Agroconsult Ltda. Avenida Rio Branco, 173. 20º Andar. Centro, Rio de Janeiro

apropriadas ao período permissível de plantio da safrinha para que o risco de perda seja menor. Há muito que se tem trabalhado na definição de cultivares mais adaptados para a safrinha (Anais do 8º Seminário Nacional de Milho Safrinha, 2005), porém apenas a cultivar não é suficiente na definição do sucesso da segunda safra.

O objetivo dessa palestra é mostrar a influência do clima no desenvolvimento das culturas do milho e sorgo quando plantadas na safrinha, onde procuramos não só mostrar a resposta dessas culturas à variação das condições climáticas mas também fazer uma comparação entre elas.

2. RESPOSTA DO MILHO E SORGO AOS ATRIBUTOS CLIMÁTICOS

O ambiente que circunda uma cultura é constituído por um complexo de fatores com grande interação entre eles, o que torna impossível isolar o efeito de cada. A produtividade de uma cultura, quando é medida por meio da produção de matéria seca, depende da diferença entre o acúmulo de fotossimilados resultantes de fotossíntese e das perdas proporcionadas pela respiração. Portanto, qualquer fator externo que modifique tanto a fotossíntese como a respiração, dentre os quais ressalte-se luz, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes, pode ter efeito tanto positivo como negativo na produtividade (Idso et al. 1966)

A temperatura tem um papel de destaque na respiração que, por sua vez, é um processo fisiológico definidor da produção (Curry, 1971; Feeds, 1972; Guissem et al, 2001).

A temperatura do solo influencia diretamente o crescimento de raízes e/ou o metabolismo das mesmas, modificando a produção dos promotores de crescimento da parte aérea. Redução da temperatura do solo no período de polinização e desenvolvimento do grão, reduz a produção de grãos de sorgo devido a temperatura ter afetado os processos de absorção e translocação de nutrientes. Adams & Thompson (1973) observaram que um aumento de 2°C da temperatura do solo proporcionou um acréscimo de 10 % na produtividade. A melhor temperatura para germinação é entre 21 e 35°C e temperaturas entre 40 e 48 °C tem sido letal. Como sabemos o crescimento da parte aérea é diretamente afetado pelo desenvolvimento radicular que, por sua vez, é afetado pela temperatura do solo. Adams & Thompson (1973) observaram que, quando a temperatura do solo cai de 26°C para 23°C na fase de polinização e formação de grãos, houve queda de produtividade o que foi atribuído à influência da temperatura na absorção e translocação de nutrientes.

O sorgo devido sua origem tropical, é uma cultura muito sensível a baixas temperaturas. Numa revisão sobre o efeito da temperatura nessa cultura, Paul (1990) mostra que a temperatura mínima para que a cultura desenvolva todos seus processos fisiológicos normalmente, é 16 °C para a maioria dos cultivares de sorgo. Cita ainda que temperaturas inferiores a 10°C, causam redução da área foliar, do enraizamento,

da altura da planta, acumulação de matéria seca e atrasa o fechamento dos estômatos. Isso se deve a redução da síntese de clorofila e, conseqüentemente, na uma redução da fotossíntese. No período de desenvolvimento correspondente a iniciação da panícula, ou seja, em torno de 30 dias após germinação, o efeito da temperatura pode ser visto no número de grãos. Quando a temperatura é mais alta afeta a antesis, inclusive pode causar aborto de flores e embriões. A temperatura baixa afeta o desenvolvimento da panícula, causando esterilidade da espiguetas, por afetar a meiose causando esterilidade dos grãos pólen. Adicionalmente, baixa temperatura afeta a produção e causa desordens nos metabólicos. Deve-se lembrar que a intensidade e duração da temperatura baixa é muito importante, chegando mesmo a influenciar o grau de esterilidade. Peakocky & Wilson (1984) mostram que a taxa de emergência de folhas (folhas/dia) aumenta quando a temperatura aumenta de 13°C para 23°C, declinando que a temperatura ultrapassa 34°C. Eastin (1976) observou que temperaturas noturnas com 5°C acima da ótima, reduziu o rendimento de grão de 25% a 33% e com um valor de 10° acima reduziu o rendimento de 50%.

É vasta a literatura mostrando que o período mais sensível à temperatura acima da ótima é a diferenciação floral. Temperaturas alta 6 a 9 dias após antesis, reduz peso das sementes o que provavelmente se deve a redução do volume potencial .

Eastin (1976) concluiu que houve um aumento de 25% na fotossíntese quando a temperatura aumenta de 29 °C para 34°C e que com temperatura diurna acima de 34 °C houve uma queda de produção de 12 % a 17%. Norcio (1976) estabeleceu a temperatura ótima para desenvolvimento do sorgo em condições de campo como sendo entre 35 e 42°C, porem cita que existe diferenças entre genótipos. Esses valores ótimos propostos por esses autores tem sido contraditórios. Peakock (1982) observou que o sorgo germina melhor entre as temperaturas de 21 e 35°C e que é letal germinação em temperaturas entre 40 e 48°C. No Brasil produz-se sorgo nas mais diversas regiões com temperaturas variando de 21 a 32 °C com produtividades elevadas. Vale a pena ressaltar que as cultivares respondem diferencialmente. Peacock & Heinrich (1984) encontrou sorgo crescendo nos trópicos semi-áridos com temperatura excedendo a 40°C e temperatura de solo atingindo valores maior que 60 °C chegando mesmo a atingir 68°C. Com respeito a temperatura mínima, a literatura mostra plantulas de sorgo sobrevivendo temperaturas inferiores a 0 °C. Entretanto, resultados de pesquisa tem mostrado que temperaturas inferiores a 5° causa danos irreversíveis inclusive a maioria dos autores citam que 0°C é letal.

Não é novidade que a produção de massa seca é fortemente dependente da área foliar do sorgo, principalmente no estagio que vai da emergência e iniciação da panícula. Embora não haja muitos estudos referentes à relação desenvolvimento foliar e temperatura, uma vez que não tenha déficit de água e nutrientes, sabe-se que o desenvolvimento foliar é altamente dependente da temperatura. Peacock & Heinrich

(1984) fez uma revisão sobre essa relação e mostrou que a taxa de emergência das folhas (folhas/dia) aumentava quando a temperatura crescia de 13 para 23°C. Com relação a temperatura diurna/noturna observaram que quando a temperatura (dia/noite) crescia de 20/15 °C para 35/30°C que havia um aumento da emergência de folhas.

Com relação a expansão foliar, esses autores constataram que ela cresce a medida que a temperatura cresce até 34 °C, a partir desse valor começa a decrescer a taxa de expansão. Esses autores mostram que a temperatura base para extensão foliar é da ordem de 15,5°C. A influência da temperatura no crescimento radicular tem sido muito pouco estudada e os poucos resultados existentes sugerem que a curva de crescimento é semelhante a do alongamento foliar. A literatura tem mostrado que a expansão foliar é muito sensível a temperatura e que o fator genético tem um papel de destaque.

Temperatura tem grande efeito no número de grãos por panícula que é um importante fator na produção final de grãos. Altas temperaturas tendem a acelerar a antesis. Doves (1972) observou que temperaturas acima de 38/28°C (dia/noite) causaram aborto floral. Esse autor cita que temperaturas noturnas elevadas limitam produtividade por causa da competição por substrato pela respiração. Eastin (Peacock & Heinrich, 1984) verificou que temperaturas elevadas aumentam mais o crescimento vegetativo que crescimento floral. Vale a pena ressaltar que crescimento vegetativo pode ser um forte dreno que vai, com isso, restringir o desenvolvimento floral. Ckowdhury & Wardlaw (1978) mostram que, elevando a temperatura, aumenta a taxa de enchimento de grão, porem reduz a duração do tempo de enchimento de modo que há pouca mudança no tamanho do grão quando as temperaturas do dia/noite ficam entre 24/19°C e 30/25°C (dia/noite). Acima desse limite superior a taxa de enchimento não mais aumenta e a duração do enchimento decresce de modo que, quando a temperatura a 33/28°C, há 50% de decréscimo no tamanho do grão. Em resumo, alta temperatura reduz tamanho do grão devido decréscimo da duração do enchimento. C causa danos irreversíveis inclusive a maioria dos autores cita que 0 °C é letal.

É vasta a literatura mostrando que a taxa de respiração de sorgo é altamente influenciada pela temperatura, assim como a resposta a temperatura varia grandemente com a variabilidade genética. Eastin (1982) mostrou que no período de iniciação da panícula a respiração do sorgo crescia 15% para cada 1°C de aumento da temperatura no intervalo de 12 a 27°C.

A fotossíntese é também grandemente afetada pela temperatura. Na revisão de Peacock & Heinrich (1984) mostra que a taxa máxima de fotossíntese ocorre quando a temperatura esta entre 30 e 35°C. A taxa de fotossíntese decresce quando a temperatura da folha decresce de 33°C e quando a temperatura do ar é superior a 44°C.

É difícil avaliar o efeito da temperatura em condições de campo uma vez que a temperatura no dossel varia com o tempo e com o espaço. Além disso o stress de temperatura esta sempre associada ao stress hídrico. Fica inclusive uma questão vale apenas estudar os estresses hídricos e de temperatura separados?

O rendimento de grãos em milho é determinado basicamente pelo número de grãos por unidade de área. O número de grãos é associado à taxa de crescimento da planta no período de pendoamento (Andrade et al., 1999). A massa de grãos é função da taxa de enchimento de grãos e do tempo de acúmulo de massa seca (Wang et al., 1999). Esse período, considerado crítico para a determinação do número de grãos, é também o mais suscetível às condições de estresse (Kiniry & Ritchie, 1985; Cirilo & Andrade, 1994a). Como se pode ver qualquer elemento do clima eu venha afetar o numero e peso do grão altera a produtividade.

A taxa de crescimento da planta e a partição de massa seca entre órgãos vegetativos e reprodutivos, no período imediatamente antes e após o pendoamento, são fatores que definem o número de drenos reprodutivos que são estabelecidos pela planta (Tollenaar et al., 1992; Andrade et al., 1999). Assim, a eficiência de uso da radiação interceptada, as condições de temperatura e o status fisiológico da cultura nesse período determinarão as taxas de crescimento dela, o número potencial de grãos, e, conseqüentemente, o potencial produtivo da planta (Andrade et al., 1993a, 1993b; Otegui & Bonhomme, 1998).

Peacock & Heinrich (1984) fez uma revisão sobre a relação desenvolvimento foliar e mostrou que a taxa de emergência das folhas (folhas/dia) aumentava quando a temperatura crescia de 13 para 23°C. Com relação a temperatura diurna/noturna observaram que quando a temperatura (dia/noite) crescia de 20/15 °C para 35/30°C que havia um aumento da emergência de folhas.

Com relação a expansão foliar, esses autores constataram que ela cresce a medida que a temperatura cresce até 34 °C, a partir desse valor começa a decrescer a taxa de expansão. Esses autores mostram que a temperatura base para extensão foliar é da ordem de 15,5°C.

Altas temperaturas tendem a acelerar a antesis. Dowes (1972) observou que temperaturas acima de 38/28°C (dia/noite) causaram aborto floral. Esse autor cita que temperaturas noturnas elevadas limitam produtividade por causa da competição por substrato pela respiração. Eastin (Peacock & Heinrich, 1984) verificou que temperaturas elevadas aumentam mais o crescimento vegetativo que crescimento floral. Vale a pena ressaltar que crescimento vegetativo pode ser um forte dreno que vai, com isso, restringir o desenvolvimento floral. Chowdhury & Wardlaw (1978) mostram que, elevando a temperatura, aumenta a taxa de enchimento de grão, porem reduz a duração do tempo de enchimento de modo que há pouca mudança no tamanho do grão quando as temperaturas do dia/noite ficam entre 24/19°C.

O milho, pertencente ao grupo de plantas C4, apresenta taxa fotossintética elevada (pode atingir taxa maior que 80 mg. dm⁻²h⁻¹). Sua produtividade aumenta com o aumento da intensidade luminosa principalmente nos primeiros 15 dias após o pendoamento. A redução de 30 a 40% da intensidade da PAR (radiação fotossintética ativa) causa atraso na maturação dos grãos, principalmente em cultivares tardias, que demandam mais luz. O regime de chuvas que determina a disponibilidade de água no solo afeta também as taxas de radiação, uma vez que chuvas intensas são resultantes de formação de nuvens que limitam a radiação solar que chega à superfície.

A temperatura é um dos fatores mais limitante. Durante o período de germinação, as temperaturas ideais do solo para o milho estariam entre 25 e 30 °C, cujas extremas que ocasionam redução sensível a germinação são inferiores a 10 °C e superiores a 40 °C. No período reprodutivo, temperaturas médias superiores a 26 °C aceleram o desenvolvimento dessa fase, e as inferiores a 15,5 °C o retardam. Cada grau acima da temperatura média de 21,1 °C na fase de crescimento pode acelerar o florescimento entre dois e três dias. Quando a temperatura é superior a 35 °C ocorre diminuição da atividade da redutase do nitrato, podendo alterar o rendimento e a composição protéica dos grãos. Temperaturas acima de 33 °C reduzem sensivelmente a germinação do grão de pólen. Segundo Landau et al (2008) verões com temperatura média diária inferior a 19 °C, e noites com temperatura média inferior a 12,8 °C não são recomendados para a produção de milho. Esse autor mostra ainda que temperaturas noturnas superiores a 24 °C proporcionam um aumento da respiração que proporciona uma redução na taxa de fotossíntese o que implica na redução do peso do grão. A literatura mostra que temperaturas inferiores a 15 °C retardam a maturação dos grãos. No que se refere a demanda de água pela cultura, tanto milho como sorgo são culturas muito exigentes em água demandando um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatória sem necessidade de irrigação. Em condições de clima quente e seco, a cultura do milho raramente excede um consumo 3 mm/dia de água; já no período que vai da iniciação floral à maturação (planta em torno de 30 cm de altura), o consumo pode atingir 5 a 7 mm/dia. As maiores produtividades têm ocorrido associadas a consumos de água entre 500 e 800 mm considerando todo o ciclo da cultura. (Landau et al., 2008). O sorgo tem mostrado maior eficiência no uso consuntivo de água que milho. Vários autores têm mostrado uma maior eficiência do sistema radicular da cultura do sorgo comparado com o milho. Atualmente tem-se discutido a relação entre consumo de água pela cultura e biossilicose (informações pessoal do professor Liovando M.Costa da UFV)

Vale a pena ressaltar que a água extraível pela planta depende do tipo de solo; capacidade de água disponível (CAD), da profundidade efetiva de extração, da solução do solo e da idade da planta. Pesquisas sobre demanda de água pelo milho em diferentes locais e tipos de solos têm mostrado que ambientes com teor de água

extraível até 30% não apresentam limitações ao desenvolvimento da cultura de milho, mas quando o valor é inferior, o consumo relativo de água decresce linearmente (Silva et al, 2008) O sorgo apresenta relação similar, difere-se pela eficiência radicular na extração de água do solo.

3. REFERÊNCIA

ANAIS DO 8º SEMINARIO DE MILHO SAFRINHA. Campinas,: Instituto Agronomico de Campinas. 2005. 423 p.

ANDRADE, F. H.; UHART, S. A.; CIRILO, A. G. Temperature effects radiation use efficiency in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 32, p. 17-25, 1993a.

ANDRADE, F. H.; VEJA, C.; UHART, S.; CIRILO, A.; CANTARERO, M.; VALENTINUZ, O. Kernel number determination in maize. **CropScience**, Madison, v. 39, p. 453-459, 1999.

DOWNES, R.W. The effect o temperature on the phenology on tillering of grain sorghum bicolor. **Australian Journal of Agriculture Research** 23:585-594.

EASTIN, J.D. Sorghum development na yield. In: Proc. Symp. On Potential Productivity of field crops under different environments **IRRI**, Los Bannos, Philippins. 1982.

EASTIN, J.D. Influence of temperature on sorghum respiration on yield. **Agron. Abst.** P.71. 1976.

GUISCHEM, J. M.; SANS, L.M.A.; NAKAGAWA, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. & MATEUS, G.P. Crescimento e desenvolvimento da cultura do milho em semeadura tardia e sua relação com graus-dia e radiação solar. **Rev. Bras. Agron.** 9(2): 251-260. 2001

CURRY, A.B. & CHEN, L.H. **Physiological responses in relation to the environment within the plant cover.** In: COPEHAGEN SYMPOSIUM. UNESCO. 1968. P.107-128.

FEEDS, R.A. Effects of water and heat on seedlings emergence. **J. Hydrology**, 16:341-359. 1972.

IDSO, S.B.; BAKER, D.G., GATES, M.O. The energy environment of plants. **Advances in Agronomy** 18:171-217. 1966.

LANDAU, E.C., SANS, L.M.A. & SANTANA, D.P. **Cultivo do milho: clima e solo.** Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção 2. ISSN 1679-012X. Versão eletrônica. 4ª edição. Set/2008

NORCIO, N.V. **The effect of high temperature and moisture stress on photosynthetic and respiration rate of grain sorghum.** Ph.D. Thesis. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. USA. 1976.

PEACOCK, J.M. & WILSON, G.L. **Sorghum.** In: Goldsworthy, P.; Fisher, N.M. Eds. The physiology of field crops. Joh, Wiley Sons Ltd. 1984.

PAUL, C. **Agronomia del sorgo.** ICRISAT/LASIP. Mexico, 1990.

PEACOCK, J.M. & HEINRICH, G.M. Light and temperature response in sorghum. Proc. Intern. Symposium Agrometeorology. Of sorghum and millet in the semi-arid tropics. ICRISAT/INTSORMIL. P. 143-158. 1984

PEACOCK, J.M. **Response and tolerance of sorghum to temperature stress.** In: Proc. Intern. Symposium of sorghum . ICRISAT. Patancheru, India. P. 143-160. 1982

SILVA, W.J.; SANS, L. M. A. ; Paulo Cesar Magalhães ; Frederico Durães . Exigências climáticas do milho em sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário** (Belo Horizonte), v. 27, p. 14-25, 2006. ; *Meio de divulgação:* Impresso; Série: 233; ISSN/ISBN: 01003364.