

Emerson de Freitas
Cordova de Souza¹
Marcelo de Almeida
Silva²

ECOFISIOLOGIA TRITÍCOLA

RESUMO: Há muitos estudos referentes à cultura do trigo no Brasil. A maioria envolve fatores ligados diretamente à produtividade, tais como sistemas de plantio, adubação e controle de pragas e doenças, porém, não são levadas em conta as questões sobre as respostas da cultura, haja vista as condições ambientais afetarem seu ciclo. O conhecimento sobre a ecofisiologia da cultura bem como os fatores ecológicos interferem no desenvolvimento dessa cultura. São exemplos as condições climáticas (temperatura, umidade e fotoperíodo) e influências abióticas como o uso de bioestimulantes e de reguladores vegetais fundamentais para que os produtores possam saber detalhadamente quais frutos culturais devem ser feitos em determinado estágio fenológico da planta. Assim, há a diminuição das perdas na produção, no plantio e colheita da cultura sob cuidados adequados e em datas corretas a fim de amenizar, ao máximo, a dependência de outros países para o abastecimento interno. Com isto, o objetivo desta revisão bibliográfica é apresentar as principais características do trigo nos diferentes estádios fenológicos durante o ciclo da cultura, incluindo a anatomia da planta e os fatores ecológicos que interferem em seu desenvolvimento. Portanto, o reflexo surge na produtividade final do cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum* L., ambiente de produção, fisiologia, estádios de desenvolvimento, manejo.

Data de submissão: 10/03/2011. Data de aceite: 23/08/2011

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) UNESP., Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu (SP), Brasil.

² Professor Assistente Doutor. Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas

WHEAT ECOPHYSIOLOGY

ABSTRACT: There are many studies about wheat crop in Brazil. Most of them involve factors related directly to productivity, such as cropping systems, fertilization and pest control and diseases. Although they are not taken into account concerning issues about the results of such crop, since the environmental conditions affect its cycle. The knowledge about wheat ecophysiology and ecological factors have influenced on wheat development. Climatic conditions (temperature, humidity and photoperiod) and abiotic influences such as biostimulation use and plant growth regulators are essential for producers to know cultural practices in detail as well as which crops managements should be done in a certain phenological stage of the plant. Thus, this literature review aims to present the main features of wheat in different growth stages during its crop cycle, including plant anatomy and ecological factors that influence its development. Therefore, the reflection occurs in the final yield of the crop. So, the answer is reflected in crop yield.

KEYWORDS: *Triticum aestivum* L., yield environment, physiology, development stages, management.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L. Thell) é uma planta monocotiledônea da família Poaceae, originária da antiga Mesopotâmia, hoje Iraque, da região entre os rios Tigre e Eufrates. Segundo BÖRNER et al. (2005), é uma cultura adaptada aos mais diversos locais do mundo, cultivada entre as latitudes de 30 °S a 60 °N até altitudes superiores a 3.000 m. O principal produtor mundial é a União Europeia seguida da China, Índia, Estados Unidos (FAO, 2009).

O trigo cultivado no Brasil pertence à espécie *Triticum aestivum* L., conhecido como trigo comum, espécie hexaplóide e apresenta três genomas, A, B e D, cada um deles representado por sete pares de cromossomos. Os fatores genéticos responsáveis pela qualidade de panificação localizam-se nos cromossomos do genoma D., outra espécie de trigo cultivado no mundo é *Triticum durum* L. denominado trigo duro, chamado de ‘trigo para macarrão’, o qual tem somente os genomas A e B e não apresenta, portanto, qualidade para panificação. O trigo duro é cultivado, aproximadamente, em 17 milhões de hectares no mundo, assim, representa somente 8% da área semeada. Sua produção está concentrada no Oriente Médio, Norte da África, Continente Asiático e Europa Mediterrânea (CAMARGO et al., 2000).

No Brasil, a partir da década de 90, a produção de trigo prosperou nos Estados de Minas Gerais e Goiás. Tal cultivo, sob irrigação, atingiu

produtividades superiores a 4.500 kg ha⁻¹. Desta forma, as regiões Centro-Oeste e Sudeste passaram a ter uma participação de 2,9% na produção nacional. O Paraná foi o principal produtor no período de 1999 a 2003, responsável por 52,1% da área plantada e 53,9% da quantidade produzida (IGNACZAK et al., 2009). Segundo a CONAB, a área brasileira plantada na safra 2009/10 foi de 2.446,8 mil hectares, 1,0% superior à safra anterior (CONAB, 2009).

Em termos de orientação para pesquisa e transferência de tecnologia, o Brasil está, atualmente, dividido em três regiões tritícolas: Sul-Brasileira (RS e SC), Centro-Sul-Brasileira (PR, MS e SP) e Centro-Brasileira (GO, DF, MG, MT e BA) (CUNHA et al., 2006).

Contudo para o aumento da produção de trigo no Brasil, é necessário o conhecimento sobre as respostas aos fatores ambientais que afetam seu crescimento e desenvolvimento. Estudos sobre a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, geadas, vernalização, época de semeadura, estresses hídricos e térmicos e épocas de colheita são realizados para melhor entendimento quanto aos efeitos dos fatores ecológicos sobre essa cultura (CUNHA et al., 2001; FUMIS; PEDRAS, 2002; CARNEIRO et al., 2005; CARGNIN et al., 2006; SILVA, 2008; ALBERTO et al., 2009).

Portanto, o objetivo desta revisão bibliográfica é apresentar as principais características do trigo nos diferentes estádios fenológicos durante o ciclo da cultura, a anatomia da planta e os fatores ecofisiológicos que interferem no seu desenvolvimento e refletem na produtividade final do cultivo.

DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

Germinação, desenvolvimento de raízes e perfilhamento

De acordo com CASTRO et al. (2008), a germinação ocorre entre 4 e 37 °C, mas a faixa ótima de temperatura está situada entre 20 e 25 °C. O teor de umidade mínima para ocorrer a germinação das sementes de trigo é de 35% a 45% da massa seca da semente, e nessas condições as sementes absorvem água, assim aumentam o tamanho e a massa.

Com relação ao tamanho da semente e o desenvolvimento das plantas, Bredemeier et al. (2001) constataram que há vantagens no estabelecimento das plântulas quando sementes maiores são utilizadas. Porém, o maior desenvolvimento inicial das plantas não se expressa necessariamente em aumento no rendimento de grãos. Uma opção há ser utilizada para melhor estabelecimento das plântulas são

os bioestimulantes e, acordo com Cato (2006), a aplicação de doses crescentes de Stimulate® via tratamento de sementes até a dose de 10 mL Kg⁻¹ proporciona aumento linear no sistema radicular do trigo com correlação às doses do produto, dando à plântula melhor condição para seu estabelecimento.

Uma característica importante do trigo é o problema de germinação na pré-colheita que atinge áreas de várias partes de regiões produtoras no mundo (CUNHA et al., 2004). A tolerância à germinação na fase pré-colheita é dependente da base genética da cultivar, das condições de colheita, do manejo adequado da secagem para atingir umidade ideal para comercialização, das condições com que foram armazenadas além, da região de cultivo e das interações das cultivares com o ambiente (TAIZ; ZEIGER, 2009). Franco et al. (2009) avaliaram cultivares em pré-esfriamento para superação da dormência, no Paraná, e constataram que as cultivares Frontana e IAPAR 53 apresentaram menor porcentagem de germinação na pré-colheita.

O crescimento das raízes é restrito a uma zona de aproximadamente 10 mm acima da ponta da raiz, cuja taxa de alongamento variável é de 0,5 cm a 3,0 cm dia⁻¹ na raiz primária ou nas nodais. Este crescimento radicular pode ser superior ao crescimento da parte aérea sob condições de baixa temperatura, ocorrendo o contrário sob temperaturas maiores. Nas monocotiledôneas, a raiz primária degenera-se precocemente e o sistema radicular, que se desenvolve a seguir, é formado por numerosas raízes adventícias, as quais se originam do hipocótilo, região caulinar acima da radícula.

Em algumas monocotiledôneas, as raízes adventícias iniciam o desenvolvimento ainda no próprio embrião. No campo, o desenvolvimento radicular continua até o espigamento, quando o crescimento das raízes pode cessar. No entanto, o número de raízes é dependente do tipo de solo, temperatura e da disponibilidade de água (CASTRO et al., 2008). Pires et al. (1991) avaliaram a profundidade do sistema radicular da cultura de trigo sob pivô central no estado de São Paulo e verificaram até 40 cm de profundidade do sistema radicular no perfil do solo.

No pré-afilhamento, o ápice de crescimento (vegetativo e gerador de folhas) permanece pequeno, em forma de cúpula, com 0,5 a 1,0 mm de comprimento, localizando-se abaixo da superfície do solo. Durante este período, o ápice de crescimento gera folhas e filhos até o momento do aparecimento do primeiro primórdio de espiguetas no ápice (estádio denominado duplo anel) (RODRIGUES, 2000). No crescimento inicial, o perfilho é enclausurado na bainha da folha superior adjacente,

inteiramente dependente da parte aérea, então existente, para seu suprimento de carboidratos e nutrientes. Os perfilhos se tornam independentes após desenvolverem três folhas maduras, quando as raízes nodais se formam na sua base e são favorecidos por alta intensidade luminosa, nutrição adequada e temperaturas próximas a 25 °C (CASTRO et al., 1999). Os cereais de estação fria cultivados no Brasil como trigo desenvolvem muitos perfilhos, mas esses, na maioria das vezes, não são férteis. Por isso, tornam-se necessários estudos que revelem quais os mecanismos que controlam o desenvolvimento de gemas axilares em gramíneas para futuramente manejar geneticamente esse caráter e melhorar o rendimento de grãos dos cereais de estação fria (ALVES et al., 2000).

Desenvolvimento de caule e folhas

As plantas de trigo podem atingir de 0,3 m, em variedades anãs e, até 1,5 m, em certas variedades antigas. Mas, atualmente, a média de crescimento das variedades cultivadas é de 1 m (CASTRO et al., 2008). Evans et al. (1980) verificaram que os primeiros entrenós da planta de trigo são curtos e não ocorrem até iniciar a floração e após esse evento, cada entrenó inicia sua extensão somente depois que a folha inserida no nó acima finaliza a expansão.

Quanto às folhas, essas emergem do meristema apical e se desdobram. A rapidez com que a emergência ocorre depende de temperatura, intensidade de luz, comprimento do dia e condições nutricionais da planta (CASTRO et al., 2008). No pré-afilhamento, o ápice de crescimento vegetativo e que vai gerar folhas permanece pequeno, em forma de cúpula, com 0,5 a 1,0 mm de comprimento, localizando-se abaixo da superfície do solo. Durante esse período, o ápice de crescimento gera folhas e afilhos até o momento do aparecimento do primeiro primórdio de espiguetas no ápice (estádio denominado duplo anel) (RODRIGUES, 2000). Após a formação, o arranjo foliar é um importante aspecto da estrutura do dossel da cultura e com isso, a área foliar proporciona maior partição dos assimilados no enchimento do grão (SILVA et al., 2003).

Florescimento e frutificação

No trigo, os números de flores por espiguetas e o de espiguetas por espiga dependem de fatores nutricionais e ambientais, além de fatores inerentes à própria cultivar (AUDE et al., 1994). A maior disponibilidade

de assimilados próximos à antese pode representar mais flores férteis, já que, conseqüentemente, os grãos em maior número e tamanho, com maior capacidade de enchimento de grãos (RODRIGUES, 2000; SILVA et al., 2003). O trigo é altamente eficiente em remobilizar assimilados armazenados na pré-antese. Com isso, a duração do ciclo total (emergência - maturidade fisiológica) de desenvolvimento de cultivares de trigo tem relação direta com a duração da fase vegetativa (emergência - antese) (WALTER et al., 2009). A partir do momento que o óvulo é fecundado, ocorre intensa divisão celular. Somente após essa fase, iniciam-se a deposição de fotossintatos nas células do endosperma e o desenvolvimento das estruturas do embrião (AUDE et al., 1994).

Influência de fatores abióticos sobre a cultura do trigo

Estudos em ambientes controlados (RANE; NAGARAJAN, 2004) e no campo (CARGNIN et al., 2006) têm sido conduzidos para o entendimento do efeito da temperatura sobre a planta de trigo, visando ao aumento da produtividade. Todos esses trabalhos têm confirmado o efeito danoso de altas temperaturas sobre a produção. Segundo Souza e Ramalho (2001), o estresse causado pelo calor pode afetar negativamente vários caracteres da planta e, conseqüentemente, diminuir a produtividade de grãos, enquanto a exposição por períodos curtos a temperaturas maiores que 35 °C podem reduzir drasticamente a produção (STONE; NICOLAS, 1994).

Precipitações insuficientes e mal distribuídas após a semeadura em solo seco acarretam atraso na emergência haja vista o maior tempo de permanência da semente no solo resultar em perdas do poder germinativo das sementes e vigor das plântulas, cujos efeitos são decréscimos de stand de até 50% e menor altura inicial de plantas (FARIA; CARAMORI, 1996). Libardi et al. (1997) avaliaram o consumo de água pela cultura do trigo e verificaram que o valor acumulado para a cultura durante o ciclo total (115 dias) foi de 347,20 mm, com consumo médio de 3,02 mm.dia⁻¹.

De acordo com Moreira et al. (1999), o estresse hídrico, quando aplicado durante o enchimento de grãos, reduz o índice de colheita (IC) em 19,1%, confirmando a sensibilidade da cultura a estresse hídrico no estágio fenológico. Porém, Fumis e Pedras (2002) verificaram que para a cultivar de trigo IAC-24, houve aumento na produção de prolina e putrescina, e que tais compostos teriam facilitado o ajustamento osmótico, bem como apresentado melhor adaptação às condições de estresse hídrico.

Com respeito ao fotoperíodo em geral, plantas de trigo são de dia longo, ou seja, aumentam a taxa de desenvolvimento com o aumento do fotoperíodo, pois provocam o encurtamento do ciclo até a floração (CRAUFURD; CARTWRIGHT, 1989). A resposta ao fotoperíodo curto aumenta o número final de folhas em trigos de primavera, sendo uma adaptação que aumenta a longevidade das plantas em dias curtos (BROOKING et al., 1995). Esta resposta possibilita que as plantas de trigo reduzam a taxa de desenvolvimento durante o inverno, haja vista o fotoperíodo ser curto e possibilitar a ocorrência da antese após o inverno, quando as temperaturas são mais elevadas e o risco de ocorrência de geada na antese é menor.

O trigo é uma planta C_3 de inverno cuja fotossíntese depende do ciclo de Calvin. O ponto de compensação lumínica é de aproximadamente 50 ppm de CO_2 , o qual é correlacionado com o aumento da temperatura; e a relação entre fotossíntese líquida e temperatura está tem como ponto ótimo a variação entre 10°C e 25 °C (EVANS et al., 1980).

Geadas e vernalização

A habilidade dos cereais de inverno em tolerar temperaturas relativamente baixas é determinada por meio de interações físicas e bioquímicas dependentes do genótipo e de fatores ambientais. Dentre esses fatores, a temperatura é o fator ambiental principal que sincroniza a expressão do potencial genético da planta com a demanda ambiental para tolerância ao frio (FOWLER et al., 1999).

Nos estádios iniciais de desenvolvimento do trigo, a geada causa poucos danos, pois as partes expostas são apenas as folhas, que apresentam elevada tolerância (MUNDSTOCK, 1998). Na elongação, a tolerância a geadas diminui gradualmente por causa do alto conteúdo hídrico e da baixa concentração de solutos existentes nas células. Quando as espigas são expostas à deposição direta pelos cristais de gelo, a resistência ao congelamento vai depender da eficiência dos nós da ráquis e da ráquila em bloquearem a propagação do gelo (WENDT; TEIXEIRA, 1989). Veisz et al. (2001), em experimento com quatro cultivares de trigo de inverno, com e sem tolerância a geadas, constataram que os danos sobre os componentes de rendimento em plantas danificadas por geada a -14 °C foi menor que em plantas submetidas a temperaturas de -16°C. A redução no número de espigas por planta e no número de grãos por espiga, a massa de grão e o rendimento de grão indicaram a extensão dos danos na planta.

O termo vernalização significa a aquisição ou aceleração da habilidade de florescer de sementes hidratadas devido à exposição a baixas temperaturas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Trigos de inverno são fortemente sensíveis à vernalização, todavia, os trigos de primavera, quando sensíveis à vernalização, respondem mais rapidamente e necessitam de menor duração de dias de frio para estarem completamente vernalizados (FOWLER et al., 1999). Segundo Cunha et al. (1998), a vernalização ocorre em temperaturas ótimas entre 0 e 8°C.

Solos e nutrição

As seguintes propriedades e características de solo foram obtidas a partir de perfis de solos considerados ideais para cultivo de cereais de inverno, por Baier (1994) e Hernani et al. (1995): 1) Químicas - Capacidade de troca catiônica acima de 15 cmolc dm^{-3} ; Teor de alumínio trocável inferior a 4 cmolc dm^{-3} ; Nível de matéria orgânica do solo entre 1 e 5%; Saturação por alumínio abaixo de 5%; Saturação por sódio abaixo de 4%; Saturação por bases acima de 35%; Teor de fósforo acima de 2,0 mg dm^{-3} ; pH entre 5,5 e 6,0. 2) Físicas - Solos minerais não hidromórficos; Teor de argila acima de 25%; Densidade do solo entre 1,10 e 1,25 g cm^{-3} ; Porosidade total acima de 50%; Água disponível acima de 10%; Ausência de encharcamento. 3) Morfológicas - Profundidade efetiva acima de 100 cm; Ausência de camadas adensadas; Ausência de argilas expansivas; Drenagem de boa a forte; Ausência de petroplintita, pedregosidade e rochividade.

Lemos et al. (1967) definiram que solos considerados ideais para a cultura de trigo devem apresentar as seguintes características: ausência de impedimentos de natureza química, ausência de impedimentos físicos, ausência de impedimentos à mecanização e pouca suscetibilidade à erosão. Além da composição física média, com aproximadamente 30% de argila, 50% de areia, 12% a 15% de silte e 5% a 8% de húmus e sem uso excessivo de arações e gradagens (CASTRO et al., 2008). Segundo os mesmos, a escala crescente de necessidades de macronutrientes pelo trigo é a seguinte: P,S, Mg, Ca, K e N.

Reguladores vegetais

O lançamento de cultivares modernos de trigo, com alto potencial de produtividade, está ligado também ao maior uso de insumos, dentre

os quais a adubação nitrogenada. No entanto, o uso de altas doses de nitrogênio pode resultar em acamamento de plantas de trigo. Entre as estratégias para o uso de altas doses de nitrogênio, sem a ocorrência de acamamento, está o uso de cultivares de porte baixo e/ou de redutores de crescimento. O trinexapac-ethyl é redutor de crescimento utilizado em cereais de inverno que promove redução acentuada do comprimento do caule (FAGERNESS; PENNER, 1998).

No Brasil, o produto foi avaliado por Zagonel et al. (2002) em Ponta Grossa, PR, na cultivar OR-1, de porte baixo e IAPAR-53 (porte médio/alto). Foram verificados redução do comprimento dos entrenós e aumento na produtividade, porém, não foi observado acamamento. Com relação à qualidade industrial do trigo, Penckowski, et al. (2010) estudaram o efeito do trinexapac-ethyl e as doses de nitrogênio nas cultivares Avante e BRS 177 e constataram que esse produto reduz a estatura das plantas e o acamamento, independente da época de aplicação. Na cultivar Avante, a aplicação deste produto nas fases de 1º e 2º nó visível ou 2º e 3º nó visível promove aumento do rendimento de grãos. Além desses resultados obtidos no Brasil, aumentos na produção do trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl têm sido verificados em outros países tais como na Argentina por Lozano et al. (2002) e na Polônia por Matysiak (2006).

Zoneamento agroclimático e época de semeadura

As recomendações de época de semeadura baseiam-se na análise das produções obtidas em experimentos conduzidos em cada região tritícola, nos quais diferentes variedades são semeadas em datas espaçadas. São ainda considerados outros fatores como: o risco de geadas próximas à floração, a probabilidade de dispor de suficiente umidade no solo (em zonas de baixa precipitação) ou de excessivo encharcamento desse (em zonas de inverno chuvoso) (OSÓRIO, 1992).

A semeadura de trigo, no Rio Grande do Sul, ocorre entre maio e julho, de acordo com cada região (CUNHA et al., 2001). Tanto neste Estado como na região Sul do Brasil, o trigo se beneficia quando se antecipa a semeadura, visto ficar maior número de horas sob baixas temperaturas. O inconveniente de antecipar a semeadura do trigo nessa região advém do aumento do risco de dano por geada, em fases próximas ao florescimento (OSÓRIO, 1992). Dessa forma, resultados de pesquisa no Rio Grande do Sul e no Paraná sinalizam o potencial de maior rendimento de grãos de trigo ao se antecipar a semeadura, com variação de datas conforme a região considerada. Entretanto, como a

quase totalidade das cultivares de trigo em cultivo é de ciclo curto, com variações não muito pronunciadas, a tentativa de potencializar o rendimento de grãos ao se antecipar a semeadura pode resultar em graves prejuízos pelo florescimento em épocas de maior risco de ocorrência de geada. Visando evitar essa ameaça, as semeaduras têm sido atrasadas (DEL DUCA et al., 2010).

Em Santa Catarina, a semeadura do trigo é realizada nos meses de maio a agosto. Tendo como base, principalmente, a frequência de geadas, com o apoio de dados referentes à latitude, altitude, deficiência e ao excedente hídrico, tipos de solo e resultados de experimentos (CUNHA et al., 2001). Esse Estado é dividido em quatro regiões: na Região A, cujas áreas registram altitude entre 600 e 800 m, como parte do município de Abdon Batista, Alfredo Wagner, Anita Garibaldi, Celso Ramos, Petrolândia, Salete e Taió, recomenda-se a semeadura entre 01/06 e 30/06; Nas áreas desses mesmos municípios cujas altitudes são menores do que 600 m recomenda-se semear na época de 15/05 - 15/06; a região B tem áreas com altitude entre 600 - 800, como parte dos municípios de Abelardo Luz, Itaiópolis, Rio do Campo e Vargeão, assim, recomenda-se adotar a época que vai de 1/06 - 30/06; para a região C, cujas áreas estão acima de 800 m, como parte dos municípios de Campo Erê, Itupimirim, Marema, São Domingos, Xavantina e Xaxim, sugere-se adotar a época que vai de 15/05 - 15/06; e para a região D, em terrenos acima de 600 m, como algumas áreas rurais dos municípios de Capinzal, Guaraciaba, Maravilha, Modelo, Ouro e São José do Cedro, recomenda-se semear entre 1/06 e 30/06 (OSÓRIO, 1992).

A época de efetuar a semeadura do trigo constitui uma decisão crítica de manejo, portanto, anualmente, é tomada pelos agricultores do Norte do Paraná. O período de semeadura recomendado inicia-se em 15 de março e estende-se até 15 de maio (IAPAR, 1995). Porém, segundo Cunha et al. (2001), foram identificadas nove zonas homogêneas quanto às épocas de semeadura de trigo no Paraná, de março a julho. São considerados regime de geadas, latitude, altitude e solo. Também foram estudados a precipitação pluvial, o rendimento de grãos e o ciclo de trigo, conforme as épocas de semeadura. Gonçalves et al. (1998) verificaram, no Paraná, que o risco de geada aumenta proporcionalmente à altitude e latitude, porém, as regiões localizadas em latitudes ao norte de 24°S apresentaram riscos de geadas menores que 30%, para todas as épocas analisadas (entre 21/3 e 21/7 foram analisadas um total de 12 épocas de semeadura por ciclo, com início nos dias 1°, 11° e 21° de cada mês). À medida que se desloca do Norte

para o Sul, ficou evidente a necessidade de se fazer a semeadura mais tarde, para fugir dos altos riscos de geadas no espigamento.

Para a cultura de trigo, sob condição de sequeiro, no estado de São Paulo, foram definidas épocas de semeadura para cultivares de ciclos precoce e normal (respectivamente 120 e 130 dias), em três tipos principais de solo (arenoso, médio e argiloso), contemplando o período de 11/fevereiro a 20/maio (CUNHA et al., 2001). Segundo esses autores, no Estado do Mato Grosso do Sul, recomenda-se a semeadura nos meses de Março, Abril e Maio.

No Programa de Zoneamento Agrícola do MAPA, foi incluído o cultivo de trigo sob condição de sequeiro em Goiás, Minas gerais e no Distrito Federal como uma opção para o período de safrinha, que permite aproveitar o fim do período chuvoso em cada região. Nessa época, apesar da temperatura e umidade do ar elevadas, é possível cultivar trigo sem irrigação, porém, a colheita fica prevista para o início da estação seca, logo, restrita ao mês de fevereiro. E áreas com possibilidade de cultivo de trigo sob irrigação, com período favorável de semeadura compreendido entre 11 de abril e 31 de maio (CUNHA et al., 2001). O Zoneamento agrícola do MAPA considera que a semeadura de trigo de sequeiro no Estado de Goiás é recomendada para altitudes iguais ou superiores a 800 m (CUNHA et al., 2001).

Época de colheita

Há cultivares de trigo comum e duro que não apresentam dormência, assim uma alternativa para não se ter perdas, seria a antecipação da colheita em genótipos de trigo sensíveis à germinação na espiga para obter-se um produto de boa qualidade industrial ou para a produção de grãos. Outra possibilidade seria a remoção de umidade pela secagem das sementes colhidas no ponto de maturação fisiológica (CARNEIRO et al., 2005). Elias et al. (2009) estudaram os sistemas de umidades de colheita e métodos de secagem em função do período de armazenamento e constataram que os grãos de trigo colhidos secos na planta (14% de umidade) apresentaram qualidade tecnológica inferior e menor conservabilidade ao armazenamento, em comparação aos grãos colhidos com umidades de 16 e 18%, secos em secador intermitente com ar a 70°C, estacionário com ar a 45°C e estacionário sem aquecimento, durante o período de 12 meses.

CONCLUSÕES

São poucos os estudos referentes à ecofisiologia da cultura do trigo, mas algumas pesquisas já vêm contribuindo para as questões climáticas que envolvem o cultivo dessa planta. Portanto, constata-se que o trigo tem aptidão para regiões de clima com temperaturas amenas e é muito resistente às geadas na fase vegetativa, além de responder à vernalização.

Pesquisas mostram que a utilização de reguladores vegetais possibilita o aumento na produtividade. Já com relação à emissão de perfilhos inférteis, são necessários estudos que revelem os mecanismos que controlam essa característica, e com isso melhorar geneticamente cultivares para melhorar o rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO C. M.; STRECK, N. A.; WALTER, L. C.; ROSA, H. T.; BRACKMANN, A.; OLIVEIRA, F. B.; ZANON, A. J.; FAGUNDES, L. K. Resposta à vernalização de cultivares brasileiras de trigo. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.535-543, 2009.

ALVES, A.C.; MUNDSTOCK, C.M.; MEDEIROS, J.D. Sistema vascular e controle do desenvolvimento de perfilhos em cereais de estação fria. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.59-67. 2000.

AUDE, M.I.S.; MARCHEZAN, E.; MAIRESSE, L.A.S.; BISOGNIN, D.A.; CIMA, R.J.; ZANINI, W. Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grão do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1533- 1539, 1994.

BAIER, A.C. **Centeio**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 29p. (EMBRAPA CNPT. Documentos, 15).

BÖRNER, A.; SCHÄFER, M.; SCHMIDT, A.; GRAU, M.; VORWALD, J. Associations between geographical origin and morphological characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Genetic Resources**, Cambridge, v. 3, n. 3, p. 360-372, 2005.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M.; BÜTTENBENDER, D. Efeito do tamanho das sementes de trigo no desenvolvimento inicial das plantas e no rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n. 8, p. 1061-1068, 2001.

BROOKING, I. R.; JAMIESON, P. D.; PORTER, J. R. The influence of daylength on final leaf number in spring wheat. **Field Crops Research**,

Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 155-165, 1995.

CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P. Cultivo de trigo duro no Brasil. **O Agrônomo**, v.52, p.13-18, 2000.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; CARNEIRO, P.C.X.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganho com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 6, p. 987-993, 2006.

CARNEIRO, L.M.T.A.; FREITA, J.G.; BIAGI, J.D.; CARNEIRO, M.C.; FELÍCIO, J.C. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 127-137, 2005.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: Nobel, 1999. 126p.

CASTRO, P. R. C. ; KLUGE, R. A. ; SESTARI, I . **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Ed. Ceres, 2008. 864 p.

CATO, S.C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 73p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) pós-graduação em Agronomia. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CONAB, companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Safra 2009/2010**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/>. Acesso em 04-11-2009.

CRAUFURD, P.Q.; CARTWRIGHT, P.M. Effect of Photoperiod and Chlormequat on Apical Development and Growth in a Spring Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivar. **Annals of Botany**, London, v. 63, n. 5, p. 515-525, mai. 1989.

CUNHA, G. R. et al. Índice de resposta à vernalização em trigos sul-brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 29-33, 1998.

CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; MALUF, J.R.T.; CARAMORI, P.H.; ASSAD, E.D.; BRAGA, H.J.; ZULLO JR, J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; PINTO S.H.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L. PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e [época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p 400-414,2001.

CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F.; PASINATO, A. Introdução ao problema da

germinação na pré-colheita em trigo no Brasil. In: CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F. (Ed.). **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo, 2004. p.11-20.

CUNHA, G. R.; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; DOTTO, S. R.; CAMPOS, L. A. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, R. L.; MARCHIORO, V.; RIEDE, C. R.; ROSA FILHO, O.; TONON, V. D.; SVOBODA, L. H. Regiões de adaptação para trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 10 p. (Embrapa Trigo **Circular Técnica Online**, 20). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci20.htm.2006.

DEL DUCA, L. J. A.; DALLA LANA, B.; CUNHA, G. R.; RODRIGUES, O.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z.; COSTAMILAN, L. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, M. I. P. M. Avaliação de genótipos de trigo em semeadura antecipada no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no centro-sul do Paraná, em 2003. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 20 p. (Embrapa Trigo **Documentos Online**; 33). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/pdo33.htm>. Acesso em: 14 jan. 2010.

ELIAS, M. C.; LOPES, V.; GUTKOSKI, L. C.; OLIVEIRA, M.; MAZZUTTI, S.; DIASI, A. R. G. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 25-30, 2009.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Origem do trigo**. Passo Fundo, 2009. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/aunidade/trigo_brasil.htm. Acesso em: 03 set. 2009.

FAGERNESS, M. J.; PENNER, D. Spray application parameters that influence the growth inhibiting effects of trinexapac-ethyl. **Crop Science**, Madison, v. 38, p. 1028-1035, 1998.

FAO, food and agriculture organization of the united nations. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/011/ai482e/ai482e03.htm#34>. Acesso em 04-11-2009.

FARIA, R. T.; CARAMORI, P. H. Precipitação mínima para semeadura do trigo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, N. 1, p. 119-126, 1996.

FOWLER, D. B.; LIMIN, A. E.; RITCHIE, J. T. Low-Temperature Tolerance in Cereals: Model and Genetic Interpretation. **Crop Science**, Madison, v.39, n.3. p. 626-633, 1999.

FRANCO, F.A.; PINTO, R.J.B.; SCAPIM, C.A.; SCHUSTER, I.; VIGANO, J.; MARCHIORO, V.S.; BRACCINI, A.L. Pré-esfriamento para superação da dormência de sementes de trigo colhidas na época da maturidade.

Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 31, n° 2, p.245-252, 2009.

FUMIS, T.F.; PEDRAS, J.F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 4, 2002 .

GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G.; HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E. Absorção de nutrientes pelo trigo. **Bragantia**, Campinas, v.32, p.285-307, 1973.

GONÇALVES, S. L., CARAMORI, P. H., WREGE, M. S. et al. Regionalização para épocas de semeadura de trigo no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.239-248, 1998.

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SALTON, J.C. **Adbos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93 p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 4).

IAPAR. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Paraná - 1995**. Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná, 1995. 35 p. (Circular, 82).

IGNACZAK, J. C.; DE MORI, C.; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Dinâmica da produção de trigo no Brasil no período de 1975 a 2003**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 40 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 36). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp36.htm>. acesso em 20 de nov. 2009.

LEMONS, R. C.; ABRÃO, P. U. R.; AZOLIN, M. A. D.; CARVALHO, A. P.; SANTOS, M. C. L. **O solo na cultura do trigo no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura - Serviço de Informação Agrícola, 1967. 80 p. (MA-SAI. Estudos Técnicos, 37).

LIBARDI, V.; COSTA, M. Consumo d'água da cultura do trigo (*Triticum Aestivum*, L.). **Uruguiana**, v. 4, n. 1, p. 16-23. 1997.

LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I.; COLABELLI, M.N. **Efecto de trinexapac ethyl sobre la morfología del tallo en dos cultivares de trigo**. Buenos Aires: INTA EEA Balcarce, 2002. Disponível em: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/MorfoldelTallo_Leaden.htm>. Acesso em: 22 ago. 2011.

MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v.46, n.2, p.133-143, 2006.

MOREIRA, M.A.; ANGULO FILHO, R.; RUDORFF, B. F. T. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 597-603, 1999.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 228 p.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. (coleção do agricultor. Grãos). São Paulo: ed. Globo, 1992. 218p.

PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1492-1499, 2010.

PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; SAKAI, E.; BORTOLETTO, N. Profundidade do sistema radicular das culturas de feijão e trigo sob pivô central. **Bragantia**, Campinas, v.50, p.153-162, 1991.

RANE, J.; NAGARAJAN, S. High temperature index – for Field evaluation of heat tolerance in wheat varieties. **Agricultural Systems**, v. 79, p. 243-255, 2004.

RODRIGUES, O. **Manejo de trigo: bases ecofisiológicas**. In: CUNHA, G. R.; BACALTCHUK, B. Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2000. p.120-169. Série Culturas – Trigo.

SILVA, E.P. **Respostas de trigo à geada**. 2008. 113p. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) pós-graduação em Agronomia. Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo.

SOUZA, M.A.; RAMALHO, M.A.P. Controle genético e tolerância ao estresse de calor em populações híbridas e em cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 10, p. 1245-1253, 2001.

STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. Wheat cultivars vary widely in their responses of grain yield and quality to short periods of post – anthesis heat stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 21, p. 887-900, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

VEISZ, O.; BRAUN, H.J.; BEDO, Z. Plant damage after freezing, and the frost resistance of varieties from the facultative and winter wheat observation nurseries. **Euphytica**, Dordrecht, v.119, n.1-2, p.179-183, 2001.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 25-29, 2002.

WALTER, L.C.; STRECK, N. A.; ROSA, H. T.; ALBERTO, C. M.; OLIVEIRA, F. B. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, 2009.

WENDT, W.; TEIXEIRA, J.B. **As geadas e o trigo no Brasil**. In. MOTA, F.S. da, (Ed.) Agrometeorologia do trigo no Brasil. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.65-86.