

## **Disponibilidade nutricional e hídrica**

*Osmar Rodrigues, Agostinho Dirceu  
Didonet, Mauro Cesar CelaroTeixeira*

**O** entendimento de como ocorre o acúmulo de proteína nos grãos de trigo e a sua relação com os fatores do meio, principalmente considerando as condições hídricas e nutricionais da planta se tornam relevantes para melhorar a qualidade primária do trigo.

A síntese de proteína de reserva é regulada pela especificidade do tecido, pela taxa de síntese durante o desenvolvimento do grão e pela disponibilidade de nitrogênio. Durante o desenvolvimento do grão alguns grupos de proteínas podem sofrer variação na taxa de síntese, como é o caso de prolaminas em cevada e em centeio. Nessas plantas as prolaminas pobres em enxofre são sintetizadas mais ativamente no início do desenvolvimento do grão e prolaminas ricas em enxofre são sintetizadas mais tarde (RAHMAN et al., 1984). A síntese de proteínas, em resposta à disponibilidade de nitrogênio, e também sua acumulação dependem, em grande parte de fatores genéticos, variando amplamente entre espécies. Assim, normalmente, os cereais possuem menor conteúdo de proteína no grão do que leguminosas. Dentro da mesma es-

pécie, variações ocorrem entre genótipos, e considerando o limite determinado geneticamente a quantidade de proteína produzida é amplamente influenciada por fatores nutricionais e em particular, pela disponibilidade de nitrogênio e de enxofre. O nitrogênio requerido para atender a necessidade proteica deve exceder as exigências estruturais e metabólicas da planta. Também, é exigido um adequado suprimento de enxofre, imprescindível para a síntese de aminoácidos sulfidrílicos.

Em cevada, o aumento da disponibilidade de nitrogênio provoca aumento no conteúdo total de nitrogênio dos grãos e aumento na proporção de hordeínas armazenadas (KIRKMAN et al., 1982). Contudo, a proporção de hordeínas pobres em enxofre (C-Hordeína) na fração de prolaminas aumenta, indicando que o enxofre pode estar sendo limitante. Condição semelhante ocorre em trigo, com a proporção de gliadinas-(1) (pobres em enxofre) em ambientes deficientes em enxofre (WRIGLEY et al., 1980; MOSS et al., 1981). Isso pode ocorrer em condições de campo, com consequências importantes na qualidade dos grãos, pois polímeros de gluteninas são estabilizados por pontes de enxofre (prolaminas de alto peso molecular e ricas em enxofre) que determinam a elasticidade da massa, dificultando a panificação. Nesse sentido, a tecnologia hoje disponível para produção de trigo no Sul do Brasil foi desenvolvida levando-se em consideração somente a produtividade, no que diz respeito à aplicação de fertilizantes nitrogenados. Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias, principalmente no tocante à fertilização, voltadas para obtenção de trigo de alta qualidade. Assim, para produção com alta qualidade, o uso de enxofre pode representar uma necessidade

para cultivares de trigo modernas e responsivas a acréscimos nitrogênio. Da mesma forma, quando priorizamos a qualidade dos grãos, devemos também atentar para a tecnologia de fertilização nitrogenada no tempo e no espaço.

As fertilizações nitrogenadas próximas à antese, quando o número de grãos já foi definido, resultam em aumento no teor proteico dos grãos, mais do que aumento no rendimento de grãos, melhorando a qualidade da farinha para moagem (MIGUEZ et al., 1997). Esse aumento na oferta de nitrogênio para a cultura de trigo, resulta em acréscimo na qualidade das proteínas que o grão irá apresentar, em especial na fração das gliadinas, enquanto nas frações das gluteninas, albuminas e globulinas há um aumento menos expressivo (BLANCO et al., 1996; CIAFFI et al., 1996; DOMINGUEZ & CEJUDO, 1996).

LUO et al. (2000), estudaram a interação nitrogênio, enxofre e genótipo nos parâmetros de qualidade em trigo. Nesse estudo, os resultados mostraram que; a) o genótipo tem grande influência nos parâmetros reológicos de qualidade, constituindo-se na maior fonte de variação da qualidade, b) a aplicação de nitrogênio aumentou todos os parâmetros de qualidade testados (dureza de grãos, conteúdo de proteína, SDS-sedimentação, propriedades reológicas) e c) aplicação de enxofre não necessariamente otimizou a maioria dos parâmetros de qualidade testados. De maneira geral, tem-se observado que a disponibilidade de nitrogênio afeta principalmente o conteúdo de proteína dos grãos de trigo, enquanto a disponibilidade de enxofre afeta a composição. Portanto, pode-se destacar, dentre as condições de ambiente que afetam sobremaneira a qualidade do produto final, além da já comentada disponibilidade de nitrogênio e enxofre para a cultura, as condições hídricas e as flutuações de temperatura, principalmente

em estádios avançados do desenvolvimento do trigo (JIA et al., 1996a, 1996b; STONE & NICOLAS, 1996a; YUE et al., 2007; JIANG et al., 2009).

A disponibilidade hídrica é fator importante que afeta a qualidade do grão de trigo. O excesso de água, assim como a deficiência hídrica, embora de forma diferente, pode alterar a relação entre as substâncias componentes do grão de trigo e em consequência, a qualidade industrial. Normalmente, plantas que enfrentam estações secas ou períodos de seca reduzem bastante a atividade fotossintética durante esses períodos (SMIKA & GREB, 1973; JIANG et al., 2009), o que tem efeito direto na disponibilidade de estruturas de carbono para a formação de grãos. Uma diminuição no suprimento de água durante o desenvolvimento da planta de trigo mostra uma tendência em aumentar a quantidade total de proteínas na farinha (SMIKA & GREB, 1973; ENTZ & FOWLER, 1988; MOU et al., 1994; ALTENNBACH et al., 2003). Há quase o consenso de que a deficiência hídrica moderada durante o desenvolvimento do grão, por reduzir substancialmente a síntese de carboidratos, resultando em grãos com maior concentração de proteínas, quando comparados com grãos obtidos de plantas de trigo que não foram submetidas a esse estresse. Isso pode implicar também em redução na produção total de proteína. Por exemplo, Daniel & Triboi (2002), encontraram que acréscimos de deficiência hídrica e temperatura após a antese podem aumentar a porcentagem de nitrogênio no grão de 1,8% para 2,6%. Por outro lado, sob condição de adequada suplementação hídrica, de forma que não ocorra limitação em estádios críticos associados tanto a assimilação e translocação de nitrogênio como durante o desenvolvimento dos grãos, irão permitir a produção de trigo com elevado rendimento e

de excelente qualidade industrial (SMIKA & GREB, 1973).

Já, considerando a razão entre as proteínas solúveis e insolúveis, importantes para a panificação, além da influência genética intrínseca a cultivar, os fatores ambientais, especialmente a disponibilidade hídrica também pode alterar de sobremaneira essa razão. Daniel & Triboi (2002) confirmaram que a rápida insolubilização de proteínas no endosperma está associada com a dinâmica da água no grão e que a insolubilização aparece mais cedo quando as plantas estão sob estresse hídrico. Jiang et al. (2009) estudando a acumulação de proteínas de alto peso molecular, encontraram comportamento diferenciado em relação ao estresse hídrico após a antese. Eles também observaram maior conteúdo proteico após maturação fisiológica em plantas que sofreram deficiência hídrica porém, ocorreu diminuição do conteúdo proteico nos grãos em plantas que foram expostas a excesso hídrico após a antese. Também foi constatado que a condição de deficiência hídrica após a antese provoca aumento da acumulação de gluteninas de alto peso molecular nas primeiras fases do enchimento de grãos. No entanto, de forma contrastante o excesso hídrico reduziu a acumulação de proteínas de alto peso molecular durante toda a fase de enchimento de grãos.

