

Área: Tecnologia de Alimentos

EFEITO DA FERTILIZAÇÃO DO TRIGO E EMPREGO DO ÍNDICE DE GLÚTEN NA QUALIDADE E USO FINAL DA FARINHA PARA PANIFICAÇÃO

Lidiane Borges Dias de Moraes*, **Janete Deliberali Freo***, **Giordana Demaman Arend****,
Dermânio Tadeu de Lima***, **Moacir Cardoso Elias****, **Luiz Carlos Gutkoski****

**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas.*

***Laboratório de Cereais, Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia e
Arquitetura, Universidade de Passo Fundo*

**** Curso de Agronomia, Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR*

**E-mail: gutkoski@upf.br*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes de fertilização e o uso de redutor de crescimento na qualidade tecnológica do trigo e o emprego do índice de glúten para predizer o uso final da farinha para panificação. Nas cultivares de trigo Safira, Vaqueano e Mirante foram aplicados como adubação de base 150 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico (MAP), 50 kg ha⁻¹ de cloreto e 89 kg ha⁻¹ de uréia, perfazendo um total de 56 kg ha⁻¹ de N e, como adubação de cobertura, foram utilizadas duas fontes de fertilização, uréia (F1) e uréia + sulfato de amônio (F2), ambos aplicados com e sem redutor de crescimento e entre o primeiro e o segundo nó visível da planta - estágio 31 da escala de Zadoks et al. (1974). Na fertilização F1 foram aplicados 208 kg ha⁻¹ de uréia e na fertilização F2 foram aplicados 185 kg ha⁻¹ de uréia, mais 50 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. O redutor de crescimento utilizado foi trinexapac-ethyl, na dose de 0,4 L ha⁻¹. A adubação de base somada a adubação de cobertura compuseram uma dose total de 150 kg ha⁻¹ de N em cada fertilização. As avaliações foram realizadas no laboratório de Cereais do Cepa/UPF, sendo determinado conteúdo de proteínas da farinha, glúten, alveografia e farinografia. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2 x 2 (cultivares x fertilizantes x redutor de crescimento), com duas repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (Anova) e nos modelos significativos, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5 e 1% de significância, (p≤0,05) e (p≤0,01), respectivamente. Foi realizada também análise de correlação a 5 e 1% de probabilidade de erro, através do programa SPSS, versão 10 (1999). Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o índice de glúten é um indicador mais adequado para predizer o uso final da farinha em produtos de panificação quando comparado ao teor de proteínas e de glúten. A fertilização com uréia + sulfato de amônio e o uso de redutor de crescimento melhoraram a qualidade da farinha.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, fertilização, proteínas, qualidade industrial

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos obtidos pelo melhoramento genético de trigo nas últimas décadas no Brasil possibilitaram o desenvolvimento de uma diversidade de cultivares com características variadas, dificultando a segregação e a formação de lotes uniformes que definam a aptidão tecnológica de uso final da farinha de trigo. Além disso, o mercado de produtos específicos está se expandindo e as indústrias vêm apresentando demandas para a preservação da identidade e a rastreabilidade de grãos de trigo (TIBOLA, 2008).

Entre os componentes do grão que mais contribuem para a determinação da qualidade da farinha de trigo estão as proteínas. O trigo contém entre 9 e 15% de proteínas em base seca (PAYNE, 1981) e sua variação tanto quantitativa, em termos de composição de subunidades, quanto qualitativa, em relação às diferentes frações protéicas que compõem o glúten determinam papel essencial na qualidade de panificação da farinha (JÄRVAN et al., 2008). As frações gliadinas e gluteninas do glúten constituem entre 80 e 85% do total das proteínas da farinha e conferem capacidade de absorção da água, coesividade, viscosidade e elasticidade à massa, fundamentais para a funcionalidade da farinha de trigo (WIESER, 2007). Embora a distribuição de gliadinas e gluteninas seja fortemente dependente do genótipo de trigo, estudos indicam que condições ambientais como temperatura, umidade e fertilização, em particular, a disponibilidade de nitrogênio (N) e enxofre (S), aplicados nas etapas de desenvolvimento da planta, afetam a quantidade e a composição e/ou polimerização das proteínas do glúten bem como as propriedades da massa que determinam a aptidão industrial do trigo (DUPONT & ALTENBACH, 2003).

O balanço preciso das propriedades viscoelásticas da massa é fator essencial para a determinação de seu uso final. A presença de glúten elástico é necessário tanto em farinhas de panificação, quanto de massas alimentícias, enquanto que um glúten menos elástico é requerido em farinhas para bolos e biscoitos (DOBRAZCZYK & MORGENSTERN, 2003). A avaliação da qualidade do glúten é um indicador potencial de utilização da farinha de trigo em produtos de panificação (TEA et al., 2007), portanto é imprescindível a realização de pesquisas que avaliem as propriedades físicas do glúten através do emprego de métodos objetivos e que sejam passíveis de serem aplicados nas unidades de recebimento e armazenamento de trigo brasileiro, que necessitam em um curto espaço de tempo segregar o

trigo de acordo com a definição de uso final. Atualmente existem métodos capazes de determinar as propriedades físicas da massa preparada a partir de farinha de trigo, atribuídas primariamente ao glúten como farinografia, alveografia e extensografia. Os métodos mencionados são aceitos pelas instituições de pesquisa e nas relações de comercialização do trigo e da farinha, entretanto eles são morosos, requerem grande quantidade de amostra e são pouco acessíveis às unidades de recebimento de grãos de trigo.

O método glutomatic é rápido, totalmente automático e fornece informações tanto sobre a quantidade quanto sobre a qualidade do glúten na farinha, expressa como índice de glúten. As vantagens deste método são a simplicidade, curta duração e a necessidade de pequena quantidade de amostra (CURIC et al., 2001). Este trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes de fertilização e o uso de redutor de crescimento na qualidade tecnológica do trigo e o emprego do índice de glúten para predizer o uso final da farinha em produtos de panificação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Agropecuária Sementes e Cabanha Butiá, localizada no Município de Coxilha, RS. As cultivares de trigo estudadas foram Safira e Mirante, classificadas comercialmente como Trigo Pão e Vaqueano, classificada como Trigo Brando, segundo a IN nº1, de 15 de agosto de 2001 (Brasil, 2001). A semeadura das cultivares de trigo foi realizada mecanicamente no dia 23 de junho de 2008, com espaçamento de 0,17 m entre linhas, profundidade de 5 cm e densidade de 350 plantas/m², no sistema de plantio direto na palha, sobre restos de cultura de soja. A colheita dos grãos foi realizada em novembro de 2008.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2 x 2 (cultivares x fertilizantes x redutor de crescimento), com duas repetições. As parcelas apresentaram área total de 12,0 m² e área útil de 10,8 m². A adubação de base foi composta por 150 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico (MAP), 50 kg ha⁻¹ de cloreto e 89 kg ha⁻¹ de uréia, perfazendo um total de 56 kg ha⁻¹ de N. Na adubação de cobertura foram utilizadas duas

fontes de fertilização uréia (F1) e uréia + sulfato de amônia (F2), com e sem redutor de crescimento, respectivamente, ambos aplicados entre o primeiro e o segundo nó visível - estágio 31 da escala de Zadoks et al. (1974). O redutor utilizado foi da marca comercial Moddus (trinexapac-ethyl), na dose de 0,4 L ha⁻¹ diluído em 150 litros de água, aplicado por meio de pulverizador costal. Na fertilização F1 foram aplicados 208 kg ha⁻¹ de uréia e na fertilização F2 foram aplicados 185 kg ha⁻¹ de uréia e mais 50 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia. A adubação de base somada a adubação de cobertura compuseram uma dosagem total de 150 kg ha⁻¹ de N para cada fertilização.

As avaliações de qualidade tecnológica das cultivares de trigo foram realizadas no laboratório de Cereais do Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA) da Universidade de Passo Fundo, sendo determinado peso do hectolitro (PH) e peso de mil grãos (PMG), realizados de acordo com BRASIL (2001) e os resultados expressos em kg hL⁻¹ e em gramas, respectivamente. A moagem experimental foi realizada em moinho experimental Chopin, modelo CD1, de acordo com o método no 26-10 da AACC (2000). O conteúdo de proteínas da farinha foi determinado por espectrometria de infravermelho próximo (NIR), modelo Perstorp Analytical e utilizada a curva de calibração construída pelo laboratório de Físico-Química do CEPA, sendo os resultados expressos em porcentagem e na base seca. Os teores de glúten úmido, seco e índice de glúten foram determinados através do sistema Glutomatic, marca Perten Instruments, Suécia, de acordo com método n° 38-12 da AACC (2000).

As características viscoelásticas da massa de farinha de trigo foram determinadas em alveógrafo Chopin (modelo NG, França), de acordo com o método no 54-30 da AACC (2000), sendo considerado o parâmetro do alveograma força de glúten (W), que corresponde ao trabalho mecânico necessário para expandir a bolha até a ruptura, expressa em 10⁻⁴ J. As características de mistura da massa de farinha de trigo foram determinadas no promilógrafo Max Egger (modelo T6, Austrália), pelo uso de 100 g de farinha de trigo, de acordo com o método no 54-21 da AACC (2000), sendo determinada a estabilidade da massa, que é definida como a diferença de tempo entre o ponto em que o topo da curva intercepta a linha média de 500 unidades, e o ponto da curva que deixa a linha expressa em segundos. O processamento de dados e análise estatística foi elaborado com o uso do programa estatístico SisVar – Versão 5.0 (FERREIRA, 2009). A significância dos dados foi testada pela análise de variância (Anova) e nos modelos significativos as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a e 1% de significância, ($p \leq 0,05$) e ($p \leq 0,01$), respectivamente. Nas determinações físicas e

químicas também foi realizada a análise de correlação a 5% e 1% de probabilidade de erro, através do programa SPSS, versão 10 (1999).

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de proteínas da farinha (Tabela 1) variou significativamente ($p < 0,05$) entre as cultivares estudadas, não apresentando variação para fontes de fertilização e redutor de crescimento. Como a quantidade final de N não variou entre F1 e F2, foi possível observar que a fertilização de cobertura, composta somente por N (uréia) ou pela combinação N+S (uréia + sulfato de amônio) não alteraram o conteúdo de proteínas da farinha. Este resultado está em desacordo com o reportado por Kettlewell et al. (1998) que ao analisar três cultivares de trigo, observaram aumento médio de 2,9% do conteúdo de proteínas quando o S foi aplicado juntamente ao N, através da fertilização do trigo com uréia + sulfato de amônio e, relacionaram este aumento ao efeito sinérgico entre estes componentes para a síntese de proteínas.

Tabela 1 Proteína da farinha (PF), glúten úmido (GU), glúten seco (GS) e índice de glúten (IG) de três cultivares de trigo fertilizadas com uréia e uréia + sulfato de amônio com e sem aplicação de redutor de crescimento^a.

Efeito	PF	GU	GS	IG
(%)				
Cultivar				
Safira	15,19a	29,45b	10,48 b	99,91a
Vaqueano	15,35a	34,38a	11,61a	86,12c
Mirante	14,73b	30,50b	10,30b	91,21b
Fontes de fertilização				
Uréia (F1)	15,08a	30,83b	10,60b	90,64b
Uréia + sulfato de amônio (F2)	15,10a	32,05a	11,00a	94,19a
Redutor de crescimento				
Sem redutor	15,03a	30,81b	10,51b	92,18a
Com redutor	15,14a	32,07 a	11,09a	92,65a

^aMédias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na Tabela 1 pode ser verificado que o teor de glúten úmido e seco apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para cultivar, fontes de fertilização e redutor de crescimento. Na cultivar Vaqueano, o teor de glúten úmido e seco foi superior as demais, mostrando relação entre estes e o conteúdo de proteínas. A fonte de fertilização composta por uréia + sulfato de amônio foi significativamente superior, apresentando 32,05% de glúten úmido e 11,00% de glúten seco, quando comparada a fonte de fertilização com uréia que apresentou 30,83% de glúten úmido e 10,60% de glúten seco. A aplicação de redutor de crescimento proporcionou aumento de 4,08 e 5,51% nos teores de glúten úmido e seco, respectivamente. Estes resultados estão em desacordo com os obtidos por Penckowski et al. (2010) que não observaram variações nos teores de glúten úmido e seco após tratamento das cultivares de trigo Avante e BRS 177 com trinexapac-ethyl.

O índice de glúten variou significativamente entre as cultivares e fontes de fertilização, não sendo verificada alteração neste índice como uso do redutor de crescimento. O superior índice de glúten obtido com a fertilização F2 está de acordo com os resultados verificados por Zhao et al. (1999), onde observaram que a aplicação conjunta de N+S, em relação a aplicação isolada destes componentes, melhorou a qualidade da farinha de trigo de três cultivares de trigo, devido ao efeito do S sobre a quantidade e composição dos polímeros de gluteninas. O maior índice de glúten foi verificado para a cultivar Safira que também apresentou valor superior de força de glúten.

Não foi observado relação entre conteúdo de proteínas e índice de glúten, em especial para a cultivar Vaqueano, que apresentou o maior conteúdo de proteínas e o menor índice de glúten.

As fontes de fertilização F1 e F2, não alteraram a força de glúten (W) das cultivares estudadas (Tabela 2). O uso de redutor de crescimento promoveu aumento significativo nos valores de W da cultivar Safira com F2 e da cultivar Vaqueano com F1. Para a cultivar Mirante o redutor de crescimento não influenciou nos valores de W. Resultados semelhantes de alteração do W em função da genética e da fertilização das cultivares foram observados por Penckowski et al. (2010), onde relataram que o uso de doses crescentes de N, somado a aplicação de redutor de crescimento, em diferentes fases de desenvolvimento do trigo, provocou aumento no valor do W para a cultivar BRS177, mas não alterou para a Avante.

Embora a cultivar Vaqueano, segundo a IN nº 91, de fevereiro de 2010 (BRASIL, 2010) seja classificada comercialmente como trigo brando, através do valor de W, obtido após

o emprego da fertilização realizada neste estudo, esta cultivar passa a ser classificada, assim como as demais, como trigo pão.

Na Tabela 2 observa-se que a cultivar Safira apresentou aumento significativo na estabilidade da massa (E) com a aplicação de F2 em relação a F1, enquanto que para as cultivares Vaqueano e Mirante esta variação não ocorreu. Esta modificação pode estar associada ao potencial genético inerente a cada cultivar em assimilar o S presente no sulfato de amônio. Segundo Indrani e Rao (2007) o enxofre aumenta o número de ligações cruzadas entre as moléculas de proteínas, bem como a força destas ligações, com consequente aumento da estabilidade da massa. Com o uso de redutor de crescimento observou-se aumento significativo da E das cultivares Safira e Vaqueano com F1 e com F2, enquanto que para a Mirante esta alteração não ocorreu. Semelhante aos valores de W, a E da cultivar Safira foi significativamente superior.

Tabela 2 Características reológicas de três cultivares de trigo fertilizadas com uréia e uréia + sulfato de amônio com e sem aplicação de redutor de crescimento^a.

Cultivar	Sem redutor		Com redutor	
	F1	F2	F1	F2
	W (10 ⁻⁴ J)			
Safira	A287a*	A282a	A305a	A291a
Vaqueano	C207a	C191a*	C218a	C213a
Mirante	B242a	B242a	B255a	B256a
	E (min)			
Safira	A30b*	A40a*	A35b	A46a
Vaqueano	C7a*	C8,5a*	C14a	C15a
Mirante	B17,5a	B17a	B18,55a	B19,5a

^aLetras minúsculas distintas na mesma linha, maiúsculas na mesma coluna e * na mesma linha, representam respectivamente, diferenças significativas entre as fontes de fertilização, cultivares e sem e com redutor de crescimento pelo teste de tukey a 0,05 de significância.

F1 = uréia, F2 = uréia + sulfato de amônio, W = Força de glúten, E = estabilidade da massa.

Conforme mostra a Tabela 3, o glúten úmido possui forte correlação com o glúten seco ($r = 0,94^{**}$) e apresenta correlação negativa com índice de glúten ($r = - 0,80^{**}$). Estes resultados estão de acordo com os observados por Curic et al. (2001) que relataram significativa correlação negativa ($r = -0,52^{**}$) entre os valores de glúten úmido e índice de glúten em variedades de trigo Croatas.

O índice de glúten apresentou correlação significativa com os valores de W ($r = 0,81^{**}$) e E ($r = 0,86^{**}$) da massa. Resultados similares aos encontrados nos parâmetros alveográficos e farinográficos neste estudo foram observados por Johansson (2003), referente a correlação positiva ($r = 0,76$) entre os índices extensográficos, obtidos na análise de 43 amostras de cultivares de trigo Suecas e o índice de glúten.

O conteúdo de proteínas da farinha apresentou correlação apenas com a estabilidade da farinha ($r = 0,58^*$). Este resultado está em desacordo com o obtido por Curic et al. (2001) que analisando sete cultivares de trigo Croatas encontraram correlação significativa entre conteúdo de proteínas da farinha e teor de glúten seco.

Tabela 3 Coeficiente de correlação entre glúten úmido (GU), glúten seco (GS), índice de glúten (IG), força de glúten (W), estabilidade (E) e proteína da farinha (PF), considerando-se três cultivares de trigo, duas fontes de fertilização e com e sem o uso de redutor de crescimento^a.

	GU	GS	IG	W	E	PF
GU	1,00	-	-	-	-	-
GS	0,94 ^{**}	1,00	-	-	-	-
IG	-0,80 ^{**}	-0,58 [*]	1,00	-	-	-
PL	-0,68 [*]	-0,60 [*]	0,62 [*]	-	-	-
W	-0,68 [*]	-0,49 ^{ns}	0,81 ^{**}	1,00	-	-
E	-0,66 [*]	-0,41 ^{ns}	0,86 ^{**}	0,66 [*]	1,00	-
AA	0,69 [*]	0,49 ^{ns}	-0,75 ^{**}	-0,70 [*]	-0,85 ^{**}	-
PF	-0,44 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,58 [*]	1,00

^a** Significativo a 5% pelo teste de Tukey; ** Significativo a 1% pelo teste de Tukey; ns – Não significativo

3 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o índice de glúten é um indicador mais adequado para predizer o uso final da farinha em produtos de panificação quando comparado ao teor de proteínas e de glúten. A fonte de fertilização do trigo composta por uréia + sulfato de amônio (F2) promoveu aumento nos teores de glúten úmido, seco, índice de glúten e estabilidade da massa em relação a fertilização somente com uréia (F1). Com a aplicação de redutor de crescimento os teores de glúten úmido e seco da farinha foram mais elevados.

REFERÊNCIAS

- AACC (Approved methods of the American Association of Cereal Chemists). 10th Edition Methods St Paul, MN, USA (2000).
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SARC no 7 de 15 de agosto de 2001. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 21 de agosto de 2001.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n 91 de 25 de Fevereiro de 2010. Aprova o regulamento técnico de qualidade do trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Março de 2010.
- CURIC, D.; KARLOVIC, D.; TUSAK, D.; PETROVIC, B.; DUGUM, J. Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology Biotechnology*, v. 39, n. 4, p.353-361, 2001.
- DOBRA SZCZYK, B. J.; MORGENSTERN, M. P. Rheology and the breadmaking process. *Journal of Cereal Science*, Saint Paul, v. 38, n. 2, p. 229-245, 2003.
- DUPONT, F. M., ALTENBACH, S. B. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*, v.38, n.2, p. 133 – 146, 2003.
- FERREIRA, D.F. SisVar 4.3. 2000. <Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>>. Acesso em 13 jul., 2009.
- GUARIENTI, E. Qualidade industrial de trigo. 2ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996.
- GUTKOSKI, L.C.; KLEIN, B.; PAGNUSSATT, F.A.; PEDO, I. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum*) cultivados no cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 3, p. 786-792, 2007.
- INDRANI, D. and RAO, G.V. Rheological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of Parotta. *Journal of Food Engineering*. v.17, p. 110-105, 2007.
- JARVAN, M.; EDESI, L.; ADAMSON, A.; LUKME, L.; AKK, A. The effect of sulphur fertilization on yield quality of protein and baking properties of winter wheat. *Agronomy Research*, v. 6, n. 2, p. 459-469, 2008.
- JOHANSSON, E.; PRIETO-LINDE, M.L.; SVENSSON, G.S.; JÖNSSON, J.Ö. Influences of cultivar, cultivation year and fertilizer rate on amount of protein groups and amount and size distribution of mono an polymeric proteins in wheat. *Journal of Agricultural Science*, v. 140, p. 275-284, 2003.

KETTLEWELL, P. S.; GRIFFITHS, M. W.; HOCKING, T. J. and WALLINON, D. J. Dependence of wheat dough extensibility on flour sulphur and nitrogen concentrations and the influence of foliar – applied sulphur and nitrogen fertilizers. *Journal of Cereal Science* v. 28, p.15–23, 1998.

PAYNE, P. I. CORFIELD, K. G.; HOLT, L. M.; BLACKMAN, J. A. Correlations between the inheritance of certain HMW subunits of glutenin and bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat. *Journal Science of Food Agriculture*. v.32, n.1, p. 51-60, 1981.

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

TEA, I.; GENTER, T.; NAULET, N.; LUMMERZHEIM, M.; KLEIBER, D. Interaction between nitrogen and sulfur by foliar application and its effects on flour bread-making quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 87, p.2853–2859, 2007.

TIBOLA, C. S. Sistema de rastreabilidade para a cadeia produtiva do trigo. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigo.asp?id=132>

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, Oxford, v.14, p.415-421, 1974.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. *Planta Daninha*, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

ZHAO, F.J.; HAWKESFORD, M.J.; MCGRATH, S.P. Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *Journal of Cereal Science*, v. 30, n.1, p.1-17, 1999.