

PRODUTIVIDADE MÁXIMA ECONÔMICA DE CULTIVARES DE TRIGO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NA REGIÃO DO BRASIL CENTRAL¹

JOÃO AGUILAR MASSAROTO², RENATA RODRIGUES SILVA² E WAGNER PEREIRA REIS²

¹ Parte de dissertação de mestrado do primeiro autor

² Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Departamento de Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: jamassaroto@yahoo.com.br.

RESUMO: O cultivo de trigo no Cerrado brasileiro vem alcançando produtividades acima da média nacional. No entanto, são poucas as informações existentes sobre a exigência nutricional de novas cultivares indicadas para cultivo. O objetivo deste trabalho foi estudar a produtividade de cultivares de trigo (*Triticum* spp), recomendadas para cultivo no Estado de Minas Gerais, submetidas a diferentes níveis de adubação de manutenção de semeadura, e determinar a produtividade máxima econômica da cultura. O experimento foi conduzido, em regime irrigado, no município de São Gotardo, Minas Gerais, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 5. Foram avaliadas cinco cultivares (BRS 207, IAC 289, 98222, IVI 931009 e Ágata) e cinco níveis de adubação (ausência de fertilização, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 vezes a adubação de manutenção recomendada). A adubação nitrogenada em cobertura e a aplicação de boro e zinco foram feitas de modo integral, segundo a recomendação. Foram avaliadas a produtividade das cultivares e o custo com fertilizantes em cada nível de fertilização. Concluiu-se que ocorre efeito dos diferentes níveis de adubação na produtividade. A cultivar Ágata apresenta produtividade superior às demais cultivares, as quais não diferiram entre si. A produtividade máxima econômica ocorre, nas condições em que o experimento foi conduzido, sem a aplicação de adubação de semeadura. Termos para indexação: *Triticum*, nitrogênio, potássio, fósforo.

CONDUCT OF WHEAT CULTIVARS UNDER LEVELS OF FERTILIZATION IN BRAZIL CENTRAL

ABSTRACT: The tillage of wheat on Brazilian's Cerrado has been reaching yield amounts above the national mean. However, there are few information about nutrient requires of new cultivars indicated for tillage. The objective of this work was to study the yield of wheat (*Triticum* spp) cultivars indicated for tillage in the state of Minas Gerais, under different levels of sowing fertilization. The assay was realized, under regime of irrigation, in the municipal district of São Gotardo, Minas Gerais, in randomized blocks design and 5 x 5 factorial arrangement, with four replicates. Five cultivars (BRS 207, IAC 289, IVI 931009, 98222 and Ágata) and five levels of fertilization (absence of fertilization, 0,5, 1,0, 1,5 and 2,0 times the recommended level) were evaluated. The cover nitrogen fertilization and application of boron and zinc were done in integral mode, according to the recommendation. Yield of cultivars and the cost with fertilization in each level of fertilization were evaluated. The results obtained let to conclude that the yield is affected by the different levels of fertilization. The cultivar Ágata presents superior yield than the other cultivars, which are not different among themselves. The maximum economic yield occurs, in the conditions which this experiment was carried out, without sowing fertilization.

Index terms: *Triticum*, nitrogen, potassium, phosphorus.

INTRODUÇÃO

A abertura do Cerrado brasileiro para a agricultura, em terras nas quais a correção da acidez do solo vem proporcionando altas produtividades nos últimos anos, tem atraído a atenção de muitos produtores rurais e pesquisadores (Lopes & Guilherme, 1992). A cultura do trigo (*Triticum* spp), outrora abandonada devido à falta de cultivares adaptadas para o clima e solo da região, atualmente é recomendada para a rotação de culturas e cultivada em grandes áreas, atingindo produtividade média de 1850 kg ha⁻¹, acima da média nacional, de 1271 kg ha⁻¹ (Conab, 2007).

Nessa região são cultivadas as espécies *T. durum*, que produz grãos maiores, utilizada principalmente na indústria de massas, e *T. aestivum*, com grãos menores, utilizada principalmente para produção de farinha (Silva et al., 1996). Apesar da ampla área de cultivo, existe falta de informação sobre exigências nutricionais de novas cultivares recomendadas para cultivo nos últimos anos, na região do Brasil Central. Este fato coloca o produtor em uma situação de insegurança no momento de optar por uma cultivar de trigo, assim como na forma de conduzir a lavoura.

Um dos principais fatores para obtenção de altos rendimentos em qualquer cultura é a adubação a ser aplicada à mesma (Lopes, 1996). Raramente a dose que alcança a maior produtividade é a de maior eficiência econômica. Tanto doses excessivas quanto doses insuficientes de adubação ocasionam menores produtividades e conseqüente redução na rentabilidade do produtor rural (Associação Nacional para a Difusão de Adubos, Anda, 1975).

Vários estudos já foram realizados sobre a resposta de cultivares de trigo a diferentes níveis de adubação, mostrando que as cultivares apresentavam comportamento diferenciado de acordo com as doses e nutrientes fornecidos, tais como a maior resposta das cultivares a fósforo quando o teor do nutriente no solo é baixo (Ben & Dechen, 1996), e baixa resposta ao nitrogênio, na fase inicial de cultivo, quando o teor do nutriente no solo é médio a alto (Freitas, 1990; Campanolli, 1992).

O conhecimento do comportamento das novas cultivares disponíveis no mercado, com relação às suas respostas à adubação, tornar-se-á uma ferramenta indispensável para o produtor rural planejar e obter êxito no cultivo do trigo e, conseqüentemente, garantir o retorno financeiro com a cultura.

O objetivo deste trabalho foi estudar determinar o ponto de produtividade máxima econômica de cultivares de trigo (*Triticum* spp.), recomendadas para o Estado de Minas Gerais, e a viabilidade econômica quando submetidas a diferentes doses de adubação de manutenção de semeadura na região do Brasil Central.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área da Cooperativa Mista dos Agricultores do Alto Paranaíba (COOPADAP), localizada no município de São Gotardo - MG, a uma altitude de 1150 metros. A temperatura média do mês mais quente é de 22,9°C, a do mês mais frio é de 18,2°C, e a média anual é de 21,1°C. A precipitação total anual é de 1474 mm, a evaporação total anual é de 1222,2 mm, e a umidade relativa média anual é de 69,1% (Brasil, 1992).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo ácrico típico (Correia et al., 2004), corrigido quimicamente ao longo de anos de cultivo, atingindo nível de fertilidade adequado (Tabela 1). Nos últimos sete anos, a área foi utilizada para plantio de batata, trigo, cenoura e cebola, em sistema de rotação de culturas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 5. Foram avaliadas cinco cultivares (BRS 207, IAC 289, 98222, e IVI 931009, da espécie *T. aestivum*; e Ágata, da espécie *T. durum*) e cinco doses de adubação na semeadura (ausência de fertilização; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 vezes a recomendação), no sistema convencional de cultivo. A adubação de semeadura recomendada é de 2 g de N, 8 g de P₂O₅ e 4 g de K₂O por metro quadrado (Fesurv, 2001). Desse modo, utilizando-se o formulado 04-14-08, foram aplicados 0; 29; 58; 87 e 116 g m⁻² do formulado nas respectivas doses da recomendação. A adubação nitrogenada de cobertura (6 g m⁻² de N) foi aplicada aos 15 dias após a emergência (início do perfilhamento), em todas as parcelas. Foram aplicados também no momento da semeadura sulfato de zinco e bórax, nas doses de 0,3 m⁻² de Zn e 0,2 m⁻² de B (Fesurv, 2001), em todas as parcelas, com o objetivo de evitar o chochamento de grãos (Silva et al., 1996).

TABELA 1. Resultados das análises química e física de amostra de solo coletada entre 0 e 20 cm de profundidade na área experimental utilizada, antes da semeadura. COOPADAP, São Gotardo – MG, 2003.⁽¹⁾

Características	Teores	Níveis
pH em água	5,7	Acidez média
P (mg dm ⁻³)	8,9	Médio
K (mg dm ⁻³)	97	Bom
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,5	Bom
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,4	Bom
S (mg dm ⁻³)	8,0	Muito bom
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,0	Muito baixo
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	4,5	Médio
Soma de Bases (SB) (cmol _c dm ⁻³)	5,2	Bom
CTC efetiva (t) (cmol _c dm ⁻³)	5,2	Bom
CTC pH 7 (T) (cmol _c dm ⁻³)	9,7	Bom
m (%)	0,0	Muito baixo
V (%)	53,4	Médio
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	3,0	Médio
P – remanescente (mg L ⁻¹)	8,5	Bom
Zn (mg dm ⁻³)	6,3	Alto
B (mg dm ⁻³)	0,2	Baixo
Argila	50	Classe textural: argilosa
Silte (dag kg ⁻¹)	28	
Areia	22	

⁽¹⁾ Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da UFPA. Interpretação de acordo com (Alvarez et al., 1999).

A semeadura foi realizada em maio de 2003. As parcelas apresentavam 5 linhas com 5 metros de comprimento, no espaçamento de 0,20 m entre si, utilizando-se 60 sementes viáveis por metro linear. Foram consideradas como bordadura as duas linhas externas e 0,50 m nos extremos das linhas de semeadura, gerando uma área útil da parcela de 2,4 m².

A irrigação da cultura foi realizada sem utilização de tensiômetros, aplicando-se lâmina de 360 mm durante o ciclo (Silva et al., 1996). A colheita foi realizada em setembro de 2003, manualmente. As plantas da área útil tiveram suas espiguetas trilhadas manualmente, os grãos pesados em balança digital, sendo a produtividade expressa em g m⁻², corrigindo-se o teor de umidade para 130 g kg⁻¹.

Para a determinação do ponto de produtividade máxima econômica, foram considerados os valores do dólar, fertilizante e trigo vigentes no período em que o ensaio foi realizado, ou seja, maio a setembro de 2003. A tonelada do formulado 04-14-08 custava R\$ 609,10, e a tonelada de trigo, R\$ 490,00. Convertendo-se esses valores para o dólar oficial do período, (US\$ 1,00 = R\$ 3,11), a tonelada do formulado 04-14-08 foi cotada em US\$ 195,85, e a tonelada de trigo cotada a US\$ 157,56 (Agrianual, 2004).

A análise estatística foi realizada por meio do Sistema para Análise de Variância SISVAR[®] (Ferreira, 2000), sendo realizada a comparação das médias das cultivares pelo teste de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974), e regressão para as doses de adubação, ao nível de 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores estudados. A produtividade de cada cultivar, nas respectivas doses de adubação, pode ser observada na Figura 1.

A cultivar Ágata foi mais produtiva que as demais cultivares (Tabela 2), devido principalmente ao fato de pertencer à espécie *T. durum* L., que apresenta tamanho de grãos maior do que a espécie *T. aestivum*, a qual pertence as demais cultivares. Foi observado que as cultivares apresentaram produtividades médias variando entre 307 a 366 g m⁻², valores maiores do que a média nacional para o ano de 2003, que foi de 194 g m⁻² (Agrianual, 2004).

A produtividade de trigo em função das doses de adubação de semeadura se ajustou ao modelo quadrático (Figura 2). Pelo modelo ajustado, as produtividades alcançadas nas doses 0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 vezes a recomendação de adubação de semeadura seriam, respectivamente, 288; 311; 328; 341; e 348 g m⁻². Até 2,0 vezes a dose recomendada, a curva de resposta obtida não atingiu o seu ponto de inflexão, que seria em 2,47 vezes a dose recomendada. Nessa dose, a produtividade máxima alcançada seria de 350 g m⁻².

De modo geral, é baixa a probabilidade de resposta em produtividade de grãos à adubação com fósforo e potássio em solos que apresentem altos teores destes nutrientes (Ben & Dechen, 1996; Pavinato & Ceretta, 2004). Assim, uma vez que a área onde foi desenvolvido o ensaio apresentava teor elevado de K no solo e teor médio de P, razoáveis para permitir um bom desenvolvimento da cultura, provavelmente as doses desses nutrientes aplicadas ao solo não produziram efeito na produtividade.

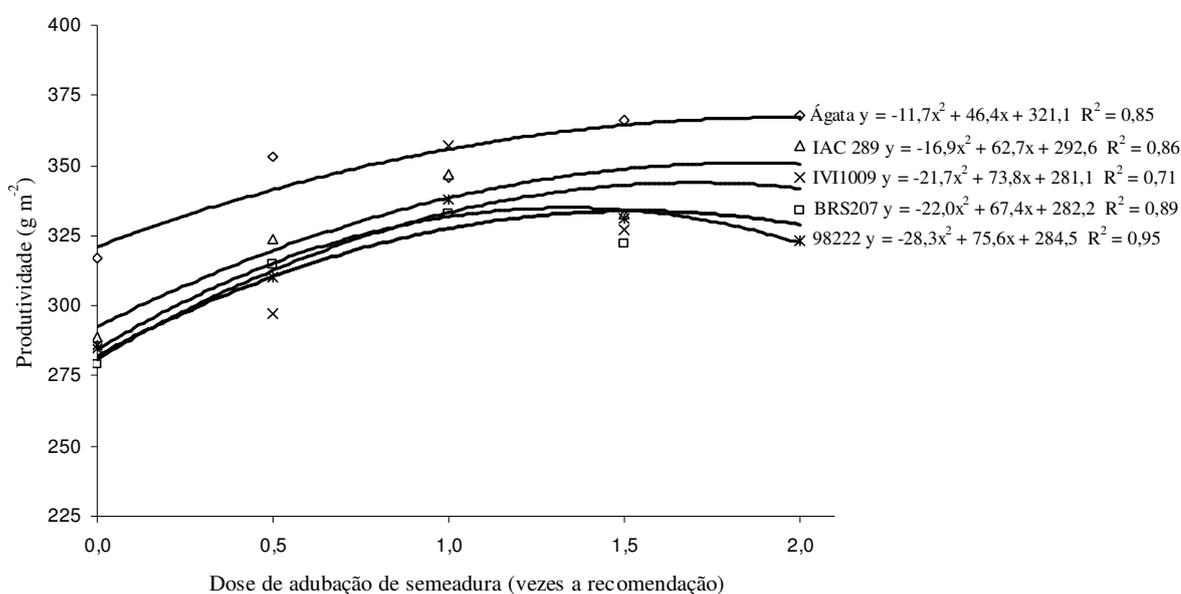


FIGURA 1. Produtividade de cultivares de trigo em função de doses da adubação de manutenção recomendada na sementeira, na região do Brasil Central. COOPADAP, São Gotardo – MG, 2003.

TABELA 2. Produtividade média para cultivares de trigo, conduzidas em regime irrigado na região do Brasil Central. COOPADAP, São Gotardo – MG, 2003.

Cultivares	Produtividade (g m ⁻²)
Ágata	368 a
IAC 289	319 b
BRS 207	312 b
IVI 931009	308 b
98222	307 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974), ao nível de 1% de probabilidade.

O teor de matéria orgânica presente no solo pode ter promovido o fornecimento do N necessário para a cultura, do início do seu ciclo até a adubação nitrogenada em cobertura. Segundo Wendling et al. (2007), solos com teores de matéria orgânica maiores do que 4% podem suprir N para a cultura do trigo suficiente para que produtividades de até 250 g m⁻² sejam atingidas, em total ausência de adubação nitrogenada. Deste modo, é provável que as doses de adubação nitrogenada de sementeira aplicadas não contribuíssem para as produtividades obtidas.

Na Tabela 3, são apresentados os custos com fertilizante e receita obtida nas crescentes doses de adubação de sementeira utilizadas no ensaio. Pode ser observado que a maior diferença entre custo e receita ocorreu na ausência de fertilização. Conforme preconizado na Lei dos Incrementos Decrescentes (Rajj, 1991), a adubação correta a ser aplicada nas condições deste ensaio não seria a dose 2,0 vezes a recomendação, pois deve-se buscar a dose que proporcione o maior lucro para o produtor, e não a de máxima produtividade. Assim, a ausência de fertilização corresponde à

produtividade máxima econômica encontrada no presente estudo, aquela na qual o potencial de perdas para o meio ambiente seria mínimo (Lopes, 1996).

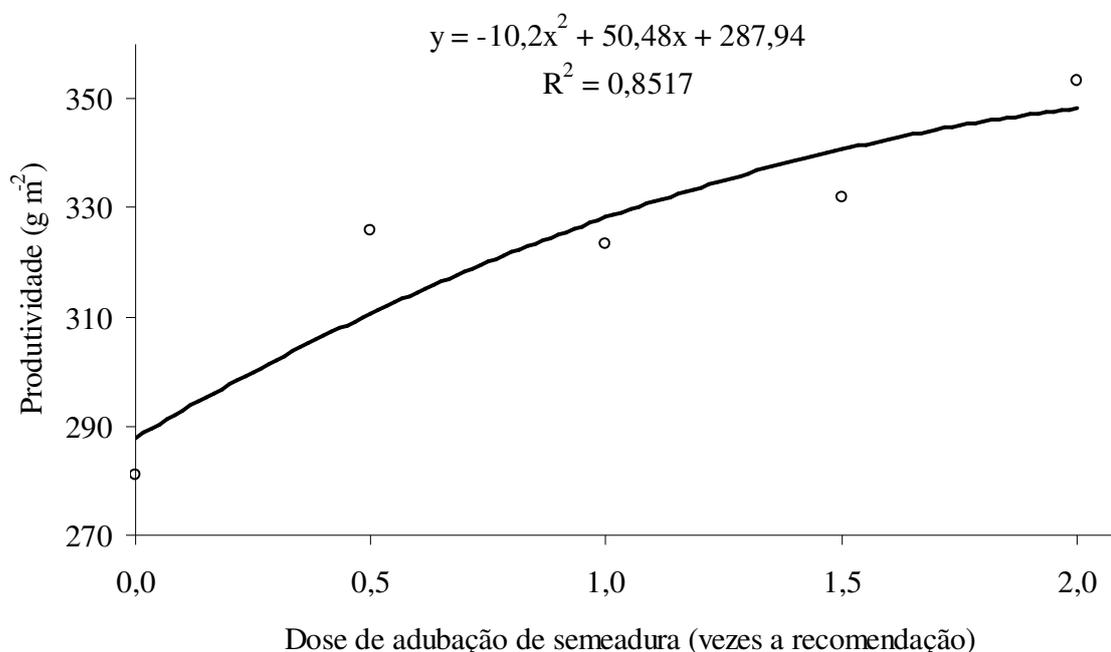


FIGURA 2. Regressão para produtividade de cultivares de trigo em função de doses da adubação de manutenção recomendada na sementeira, na região do Brasil Central. COOPADAP, São Gotardo – MG, 2003.

TABELA 3. Nível de adubação, produtividade média, custo de adubação, renda obtida e lucro obtido para cultivares de trigo, conduzidas em regime irrigado na região do Brasil Central. COOPADAP, São Gotardo – MG, 2003.

Nível de adubação (vezes a recomendação)	Produtividade média (g m ⁻²)	Custo da adubação (US\$ m ⁻²)	Renda obtida (US\$ m ⁻²)	Lucro obtido (US\$ m ⁻²)
0,0	288	0,0000	0,0454	0,0454
0,5	311	0,0056	0,0489	0,0433
1,0	328	0,0112	0,0517	0,0405
1,5	341	0,0168	0,0537	0,0369
2,0	348	0,0224	0,0548	0,0324

Ressalta-se que esse resultado se deve, principalmente, às condições de fertilidade apresentadas pelo solo em questão. As condições de fertilidade possibilitaram um bom desenvolvimento da cultura na ausência de adubação de manutenção. Esse mesmo comportamento, provavelmente, não se repetiria no ano seguinte, pois as reservas nutricionais do solo estariam menores, devido à utilização das mesmas pelo atual cultivo sem aplicação de nutrientes.

CONCLUSÃO

Para as condições de fertilidade de solo nas quais este estudo foi realizado, a ausência da aplicação de adubação proporciona maior retorno financeiro ao produtor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2004. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2004. p.104; 479-487.
- ALVAREZ V.V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.L. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.25-32.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS. **Manual de adubação**. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1975. 346p.
- BEN, J.R.; DECHEN, A.R. Comportamento de genótipos de trigo em relação a fósforo no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.3, p.77-82, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília: MARA, 1992. 84p.
- CAMPANOLLI, D.M.F. **Influência da fertilização com nitrogênio sobre as proteínas do glúten e a qualidade tecnológica das farinhas de dois cultivares de trigo**. 1992. 94p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Trigo – Brasil: série histórica de produtividade**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 10 set. 2008.
- CORREIA, J.R.; REATTO, A.; SPERA, S.T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.29-61.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FREITAS, J.G. **Doses de nitrogênio e comportamento de genótipos de trigo**. 1990. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba.
- FUNDAÇÃO DO ENSINO SUPERIOR DE RIO VERDE. **Informações técnicas para a cultura do trigo na Região do Brasil Central Safra: 2001 e 2002**. Rio Verde, 2001. 69p. (RV documentos, n.1). XI Reunião da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo.
- LOPES, A.S. **Guia das melhores técnicas agrícolas**. São Paulo: ANDA, 1996. 27 p.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, 1992. 49 p. (Boletim Técnico, 5).
- PAVINATO, P.S.; CERETTA, C.A. Fósforo e potássio na sucessão trigo / milho: épocas e formas de aplicação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1779-1784, 2004.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Ceres, 1991. 343p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, D.B. da; GUERRA, A.F.; REIN, T.A.; ANJOS, J.R.N. dos; ALVES, R.T.; RODRIGUES, G.C.; SILVA, I.A.C. **Trigo para o abastecimento familiar: do plantio a mesa**. Brasília: Embrapa – SPI, 1996. 176 p.

SOUZA, M.A.; FRONZA, V. Trigo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.328-331.

WENDLING, A.; ELTZ, F.L.F.; CUBILLA, M.M.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J; LOVATO, T. Recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.985-994, 2007.

★★★★★