

**Progressos do Melhoramento Genético
do Trigo de Sequeiro no Cerrado de
Minas Gerais entre 1976 e 2005**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 242

Progressos do Melhoramento Genético do Trigo de Sequeiro no Cerrado de Minas Gerais entre 1976 e 2005

*Adeliano Cargnin
Moacil Alves de Souza
Vanoli Fronza
Julio Cesar Albrecht
Marcio Só e Silva
Joaquim Soares Sobrinho
Celso Hideo Yamanaka
Cláudia Martellet Fogaça*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Eljani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

Jéssica Spíndula

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto(s) da capa: *Julio Cesar Albrecht*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2009): tiragem 100 exemplares

Edição online (2009)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

P964 Progressos do melhoramento genético do trigo de sequeiro no Cerrado de Minas Gerais entre 1976 e 2005 / Adeliano Cargnin... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.

17p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 242).

1. Trigo. 2. Melhoramento genético vegetal. I. Cargnin, Adeliano. II. Série.

633.11 - CDD 21

© Embrapa 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	16
Referências	16

Progressos do Melhoramento Genético do Trigo de Sequeiro no Cerrado de Minas Gerais entre 1976 e 2005

*Adeliano Cargnin¹; Moacil Alves de Souza²;
Vanoli Fronza³; Julio Cesar Albrecht⁴; Marcio Só
e Silva⁵; Joaquim Soares Sobrinho⁶; Celso Hideo
Yamanaka⁷; Cláudia Martellet Fogaça⁸*

Resumo

A eficiência dos programas de melhoramento de trigo de sequeiro no Estado de Minas Gerais foi avaliada, utilizando-se os dados de produtividade de grãos obtidos nos ensaios de valor de cultivo e uso, conduzidos no período de 1976 a 2005. Para a estimativa do progresso genético e ambiental, foi utilizada a metodologia de Vencovsky e colaboradores. O progresso genético médio anual estimado no período de 1976 a 2005 foi de 37 kg ha⁻¹ ano⁻¹ na produtividade média de grãos. O progresso genético, em produtividade, obtido no período estudado, indica que os programas de melhoramento de trigo de sequeiro são eficientes. Apesar de o progresso genético ter contribuído expressivamente, as melhorias ambientais e tecnológicas foram importantes para o acréscimo na produtividade. Os programas de melhoramento de trigo de sequeiro promovem 35 % de renovação de genótipos ao longo dos anos.

Termos para indexação: *Triticum aestivum* L., avaliação de genótipos, melhoramento, ganho genético.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, adeliano@cpac.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Av. P.H. Rolfs, s/nº, 36571-000, Viçosa, MG, moacil@ufv.br

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Soja, Rod. Carlos João Strass, Distrito de Warta, 86001-970, Londrina, PR, vanoli@cnps.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, julio@cpac.embrapa.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, soesilva@cnpt.embrapa.br

⁶ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, jss@nanet.com.br

⁷ Coopadap, celso@coopadap.com.br

⁸ Bióloga, D.Sc., Bolsista da Embrapa Cerrados, claudia.fogaca@cpac.embrapa.br

Progress of Improvement of Upland Wheat in Brazilian-Savanna of Minas Gerais between 1976 and 2005

Abstract

The efficiency of these programs in Minas Gerais State was analyzed based on grain yield data from VCU trials (Value for Cultivation and Use) to release cultivar, conducted from 1976 to 2005. A methodology of Vencovsky and others was used to estimate the genetic and environmental progress. The mean estimated genetic progress for mean grain yield between 1976 and 2005 was 37 kg ha⁻¹ year⁻¹. The genetic progress yield in the study period indicates that the improvement programs of upland wheat are effective. Although the contribution of the genetic progress was expressive, the environmental and technological improvements were also important for the yield increase. The improvement programs of upland wheat resulted in a genotype renovation of 35% over the years.

Index terms: Triticum aestivum L., genotype evaluation, improvement, genetic gain.

Introdução

Desde a década de 1970, a cultura do trigo tem-se expandido para o Centro-Oeste brasileiro, sendo cultivada em solos anteriormente cobertos com vegetação de Cerrado, e tem-se mostrado bastante promissora (SOUZA; RAMALHO, 2001; CARGNIN et al., 2006). No entanto, os primeiros trabalhos de pesquisa iniciados na região de Araxá, em 1928, já demonstravam o potencial do trigo na região do Cerrado de Minas Gerais (GRIEDER, 1929).

No caso do trigo de sequeiro, a semeadura é realizada de 15 de janeiro até o final de fevereiro, estendendo-se até 10 de março para as regiões cuja altitude média é superior a 1.000 m. Porém, são aptas ao plantio, nessa época, todas aquelas áreas com altitude superior a 800 m, quando ainda há precipitações, o que contribui com a redução do custo de produção da lavoura em comparação com o trigo irrigado.

As estimativas dos progressos alcançados pelos programas de melhoramento são importantes para se quantificar a eficiência dos trabalhos. Para isso, segundo Atroch e Nunes (2000), o ideal é que se utilizem as informações já disponíveis no decorrer dos ensaios realizados ao longo dos anos. Dessa forma, Vencovsky et al. (1986) sugeriram uma alternativa que utiliza os dados dos ensaios de avaliação de cultivares conduzidos pelas instituições de pesquisa. Esse método vem sendo utilizado em vários trabalhos que estimam a contribuição do melhoramento genético aplicado em condições brasileiras para várias culturas (MORESCO, 2003).

Avaliando o progresso genético de novas cultivares de trigo no Sul do Brasil, Nedel (1994) encontrou que a produtividade de grãos das cultivares novas foi substancialmente maior do que as das cultivares mais antigas, pois foram obtidos incrementos de $17,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, no

período de 1940 a 1992. Porém, ele utilizou uma amostra de apenas 15 cultivares para representar os 52 anos de melhoramento e ainda estimou o progresso pelo método direto. Nos Estados Unidos, Cox et al. (1988) relataram um aumento de $16,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência dos programas de melhoramento do trigo de sequeiro no cerrado de Minas Gerais no período de 1976 a 2005.

Material e Métodos

Foram utilizados os dados de produção de grãos obtidos de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) de trigo de sequeiro, realizados no Estado de Minas Gerais, no período de 1976 a 2005. Nos ensaios, anualmente, grupo de genótipos (cultivares e/ou linhagens) que não têm bom desempenho foi descartado e substituído por outros. Porém, anualmente, um grupo de genótipos que apresentaram bom desempenho foi mantido para a avaliação no ano posterior, sendo, assim, comuns a dois ou mais anos de avaliação, dependendo de seu desempenho anual.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, com três ou quatro repetições. Os dados utilizados são as médias de produtividade de grãos das cultivares e (ou) linhagens em cada ano. Assim, as médias são repetidas k vezes em relação a cada genótipo, em função do número de ensaios e do número de repetições. As semeaduras foram realizadas dentro do período recomendado, que vai de 15 de janeiro até o final de fevereiro, estendendo-se até 10 de março para a região do Alto Paranaíba ou até 25 de março para São Gotardo e Rio Paranaíba. Os experimentos nos anos de 1989 e 1999

foram perdidos em virtude da forte estiagem ocorrida. Os ensaios foram conduzidos em nove locais do Estado de Minas Gerais (Tabela 1).

Tabela 1. Referências geodésicas dos locais dos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) de trigo sequeiro, conduzidos no Estado de Minas Gerais, durante o período de 1976 a 2005 e normais climatológicas da estação meteorológica mais próxima.

Local	Alt. (m)	Lat. (°S)	Long. (°W)	TMe. (°C)	TMáx. (°C)	TMín. (°C)	Precip. (mm)
Capinópolis	620	18,6	49,5	21,1	27,9	16,5	738,0
Coromandel	1.150	18,6	46,9	21,1	27,9	16,5	738,0
Iraí de Minas	1.000	18,9	47,4	20,6	26,3	16,0	812,5
Presidente Olegário	957	18,4	46,4	22,5	29,0	16,6	719,0
Paracatu	710	17,2	46,8	22,6	29,1	17,5	691,6
Patos de Minas	830	18,5	46,4	21,1	27,9	16,5	738,0
Perdizes	1.080	19,4	47,3	20,6	26,4	16,0	812,2
Rio Paranaíba	1.130	19,1	46,1	20,6	26,4	16,0	812,2
Uberaba	980	19,5	47,9	21,8	26,4	16,8	847,5

Alt. – altitude média; Lat. – latitude; Long. – longitude; TMe. – média da temperatura média; TMáx. – média da temperatura máxima; TMín. – média da temperatura mínima e Precip. – precipitação total.

Obs: as médias de temperatura e precipitação total foram obtidas das médias históricas entre os meses de Janeiro a Junho de 1961 a 1990. Esses meses correspondem ao período de cultivo do trigo de sequeiro em Minas Gerais.

Para o cálculo do progresso genético, foi utilizada a metodologia de Vencovsky et al. (1986). Essa metodologia permite o cálculo da estimativa do progresso médio a partir de informações de conjuntos de genótipos avaliados num determinado período de tempo. Considera-se que, a cada ano, novos genótipos são produzidos pelos programas de melhoramento e incluídos em ensaios de competição juntamente com outros, que se mantêm pela sua capacidade produtiva e adaptabilidade. Também ocorre a exclusão de genótipos que, por algum motivo, não sendo gradativamente superados. A diferença entre a produtividade

média dos genótipos comuns a cada par de anos é utilizada para estimar o efeito do ano. O progresso genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade média dos genótipos de um ano e a do ano imediatamente anterior, excluindo-se o efeito do ano.

Foram estimadas também as taxas de genótipos incluídos, excluídos, mantidos e renovados de um ano para outro, conforme Cruz e Carneiro (2003). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes – aplicativo computacional em genética e estatística desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, estão relacionados o número de ensaios, o número de genótipos e as médias de produção de grãos em cada ano, nos ensaios de valor de cultivo e uso no período de 1976 a 2005. O número de ensaios por ano agrícola variou de um a quatro, totalizando 53 ensaios. Esse número é bastante semelhante quando comparado com outros trabalhos de progresso genético em outras culturas como arroz (BRESEGHELLO et al., 1999), mas não compreendendo um período de anos tão expressivo como no presente trabalho. O número de genótipos avaliados em cada ano variou de 12 a 30, totalizando 184 genótipos avaliados no período.

Observa-se, ainda, na Tabela 2, que houve aumento na produtividade média das cultivares ao longo do período de 1976 a 2005. Na década de 1970, a produtividade média não atingia 1.000 kg ha⁻¹, atualmente esse valor supera a barreira dos 2.000 kg ha⁻¹ em média.

Tabela 2. Número de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) utilizados, número de genótipos avaliados e produtividade média anual de trigo de sequeiro, no período de 1976 a 2005, no Estado de Minas Gerais.

Ano	Número de ensaios	Número de genótipos	Produtividade (kg ha ⁻¹)
1976	2	15	552
1977	1	25	911
1978	3	18	526
1979	2	20	850
1980	1	21	1.573
1981	2	25	1.005
1982	2	29	1.213
1983	3	14	1.233
1984	4	15	1.598
1985	4	16	1.973
1986	2	14	1.951
1987	1	17	1.808
1988	2	16	1.811
1989	-	-	-
1990	1	15	2.900
1991	1	15	2.555
1992	1	15	2.624
1993	1	14	3.181
1994	1	14	2.133
1995	1	12	2.621
1996	1	12	1.521
1997	1	16	3.600
1998	1	17	2.270
1999	-	-	-
2000	1	12	1.962
2001	2	16	2.108
2002	3	12	2.338
2003	3	19	2.561
2004	3	17	1.946
2005	3	30	2.522
Período	53	184	1.923

A taxa de substituição genotípica quantifica o dinamismo do programa de melhoramento, fornecendo a taxa de genótipos incluídos, excluídos, mantidos e renovados de um ano para o outro (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Os programas de melhoramento de trigo de sequeiro estão promovendo boa taxa de renovação de genótipos ao longo de todo o período avaliado, com taxa média de 35 %, demonstrando o dinamismo dos programas de melhoramento. Em arroz, Soares et al. (1999) e Atroch e Nunes (2000) encontraram taxas de renovação de 44 % e 46 %, respectivamente, e relatam que esses valores evidenciam alta vitalidade dos programas de melhoramento dessa cultura.

A taxa média de manutenção de genótipos foi de 52 %, o que permitiu estimativa da variação do ambiente. Aliás, essa condição é muito relevante na metodologia proposta por Vencovsky et al. (1986) para estimar o ganho genético. Igualmente, leva a maior segurança na estimação dos progressos, pela consequente redução dos confundimentos provocados pelos erros experimentais e pelas interações de genótipos com anos. Dessa forma, a taxa de manutenção de genótipos de 52 % encontrada neste trabalho pode ser considerada boa. Soares et al. (1999) verificaram a taxa média de manutenção de 56 % em arroz, porém, também em arroz, Atroch e Nunes (2000) verificaram taxa de manutenção de apenas 38 %. Mais recentemente, em algodão, Moresco (2003) encontrou taxa média de manutenção da ordem de 44 %, concluindo que esta possibilitou boa estimativa da variação ambiental entre os anos de avaliação.

O progresso total (genético e ambiental) obtido pelo melhoramento de trigo de sequeiro no Estado de Minas Gerais no período de 1976 a 2005 foi de 1.971 kg ha⁻¹ (Tabela 3). O progresso genético acumulado no período foi de 1.035 kg ha⁻¹, o que corresponde a 52,6 % do progresso total estimado. Esse ganho representa um incremento atribuível ao melhoramento genético médio anual de 37 kg ha⁻¹ ano⁻¹, o

que significa dizer ainda que, segundo a metodologia utilizada, houve aumento na produtividade média de grãos na ordem de 6,7 % ao ano, em relação à produtividade média de referência do período, ou seja, aquela obtida em 1976. A produtividade média do primeiro ano do período avaliado foi de apenas 552 kg ha⁻¹, por isso o ganho genético médio anual em porcentagem de 6,7 % ao ano foi elevado. No entanto, a estimativa do progresso genético médio anual de 37 kg ha⁻¹ ano⁻¹, que realmente interessa saber, foi significativa ($p < 0,05$) pelo teste t, sendo por essa razão considerada eficiente.

Tabela 3. Balanço do ganho genético e ambiental obtido pelo melhoramento de trigo de sequeiro no Estado de Minas Gerais no período de 1976 a 2005.

Ganho	(kg ha ⁻¹)*	(%)**	(kg ha ⁻¹ ***)
Genético	1.035	52,6	37,0
Ambiental	936	47,4	33,4
Total	1.971	100	70,4

* Progresso em todo o período avaliado (1976 a 2005).

** Proporção do progresso genético e ambiental.

*** Progresso anual médio.

O progresso genético obtido pelo melhoramento genético na cultura do trigo, no Sul do Brasil, foi verificado por Nedel (1994). Esse autor examinou o progresso pelo método direto utilizando uma amostra de apenas 15 cultivares de trigo lançadas para cultivo no período de 1940 a 1992 (52 anos) e observou um incremento de 17,3 kg ha⁻¹ ano⁻¹, na produtividade de grãos. Nos Estados Unidos, Cox et al. (1988) relataram um aumento de 16,2 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Para efeito de comparação, o melhoramento de soja resultou em ganhos anuais de 1,3 % a 1,8 %, no Paraná, no período de 1981 a 1986 (TOLEDO et al., 1990). O sorgo aumentou a produtividade, em média, 1,5 % ao ano, no período de 1974 a 1988 (RODRIGUES,

1990). Na cultura do arroz, Breseghello et al. (1999), no período de 1984 a 1993, no nordeste brasileiro, estimaram o ganho genético para essa cultura em 0,77 % ao ano. No Mato Grosso, Moresco (2003) estimou o progresso genético do algodão em caroço em 3,7 % a 5,2 % ao ano.

Da mesma forma, houve ganho ambiental e tecnológico de 936 kg ha⁻¹ no período estimado, representando 47,4 % do progresso total obtido (Tabela 3). Esse ganho em virtude da melhoria do ambiente representa acréscimo de 33,4 kg ha⁻¹ ano⁻¹ na produtividade média de grãos. De fato, já era de se esperar aumento expressivo na produtividade em razão da melhoria ambiental, uma vez que o pacote tecnológico da cultura foi aperfeiçoado, assim como a fertilidade dos solos de Cerrado foi melhorada. Em alguns anos, na localidade de São Gotardo, os experimentos foram instalados em área de pivô, após o cultivo de olerícolas como cenoura, batata, cebola entre outras. Essas culturas apresentam elevados níveis de adubação, fato que beneficia a cultura do trigo em função dos resíduos deixados por essas culturas. Além disso, foram feitas irrigações suplementares no início do ciclo do trigo, contribuindo igualmente para o aumento da produtividade de grãos.

O progresso genético acumulado ao longo dos 30 anos de melhoramento do trigo de sequeiro em Minas Gerais apresentou três fases distintas (Fig. 1). A primeira fase caracterizou-se por apresentar ganho genético negativo ou de baixa magnitude e conseqüentemente pouco progresso acumulado. Nessa fase, os trabalhos de melhoramento consistiam em introduzir e testar cultivares de várias instituições nacionais e internacionais. Possivelmente, essas cultivares, por serem de outras regiões, não apresentavam boa adaptação ao clima da região.

Do início da década de 1980 a 1993, foi desenvolvido um programa de seleção em populações segregantes, dando início a segunda fase,

com elevados ganhos, principalmente no par de anos 1982/1983, o qual teve taxa de renovação de genótipos de 71 %. A partir de 1993, a terceira fase foi caracterizada por ações de melhoramento no estado, realizando-se hibridações e introduções de linhagens do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), localizado no México. Nessa fase, o par de anos 1996/1997 obteve o maior ganho em todo o período. Da mesma forma, esse par de anos também apresentou taxa de renovação de 81 %. Esses fatos se devem, provavelmente, às mudanças nas ações e parcerias que ocorreram nos programas de melhoramento.

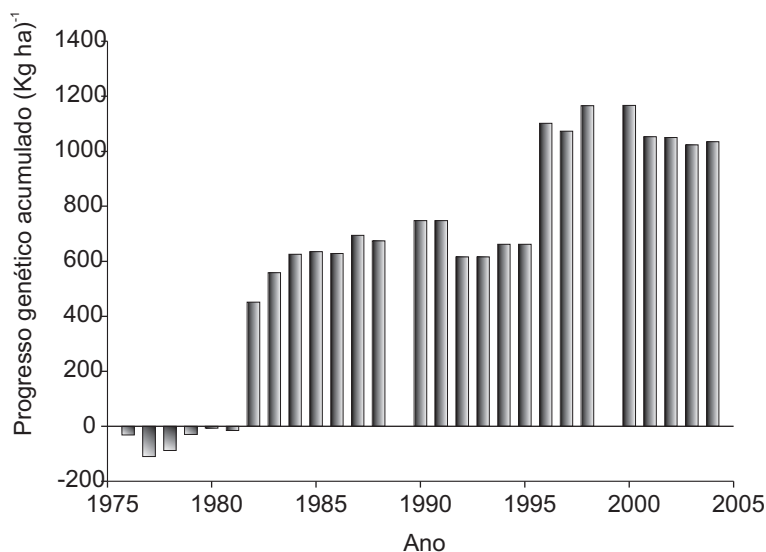


Fig. 1. Ganho genético acumulado ao longo dos 30 anos (1976 a 2005) de melhoramento do trigo de sequeiro no Estado de Minas Gerais.

Assim, esses resultados evidenciam que os esforços empreendidos na busca de cultivares produtivas e adaptadas têm produzido resultados expressivos pelos programas de melhoramento de trigo de sequeiro conduzidos pelas instituições estaduais e federais de pesquisa agropecuária na seleção, avaliação e recomendação de novos genótipos de trigo de sequeiro para a região do Cerrado do Brasil.

Conclusões

O ganho genético médio anual, em produtividade, obtido no período de 1976 a 2005, foi de 37 kg ha⁻¹ ano⁻¹, ou 6,7 % ao ano.

As melhorias ambientais foram importantes para o acréscimo na produtividade no período de 1976 a 2005, representando 47,4 % do progresso total obtido.

Referências

- ATROCH, A. L.; NUNES, G. H. S. Progresso genético em arroz de várzea úmida no Estado do Amapá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 767-771, 2000.
- BRESEGHELLO, F.; NAKANO, P. H. R.; MORAIS, O. P. Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 399-407, 1999.
- CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 987-993, 2006.
- COX, T. S.; SHOYER, J. P.; BEN-HUI, L.; SEARS, R. G.; MARTIN, T. J. Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars from 1919 to 1987. **Crop Science**, v. 28, p. 756-760, 1988.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows - Biometria. Viçosa, MG: UFV, 2006. 381 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético II**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.
- GRIEDER, A. A cultura do trigo em Minas. **Boletim de Agricultura, Zootecnia e Veterinária**, v. 2, p. 18-45, 1929.
- MORESCO, E. R. **Progresso genético no melhoramento do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. 2003. 79 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- NEDEL, J. L. Progresso genético no rendimento de grãos de cultivares de trigo lançadas para cultivo entre 1940 e 1992. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1565-1570, 1994.
- RODRIGUES, J. A. S. **Progresso genético e potencial de risco da cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no Brasil**. 1990. 171 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SOARES, A. A.; SANTOS, P. G.; MORAIS, O. P.; SOARES, P. C.; REIS, M. S.; SOUZA,

M. A. Progresso genético obtido pelo melhoramento de arroz de sequeiro em 21 anos de pesquisa em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 415-24, 1999.

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**, v. 36, p. 1245-1253, 2001.

TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, p. 89-94, 1990.

VENCOVSKY, R.; MORAES, A. R.; GARCIA, J. C.; TEIXEIRA, N. M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento do milho no Brasil. In: CONGRESSO DE MILHO E SORGO, 9., 1986, Belo Horizonte. **Anais...**, Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 1986. p. 300-307.