

## A potencialidade de *Agropyron*, espécie afim ao trigo cultivado, como fonte de introgressão de genes agronomicamente importantes

Foto: Embrapa Trigo



Sandra Patussi Brammer<sup>1</sup>

Patrícia Martinelli<sup>2</sup>

Maria Irene Baggio de Moraes-Fernandes<sup>3</sup>

Ariano Moraes Prestes<sup>1</sup>

Dilma Cristina Angra<sup>4</sup>



---

### Introdução

As espécies silvestres tornaram-se importantes fontes de germoplasma para os programas de melhoramento, uma vez que a uniformidade genética das culturas leva à erosão da variabilidade genética.

Tais espécies possuem ampla variabilidade natural e, conseqüentemente, são fontes de novos genes agronomicamente úteis, principalmente no que se refere à resistência a doenças e estresses devido ao ambiente, bem como ao aumento de níveis de produtividade e de qualidade tecnológica para panificação (Prestes & Goulart, 1995).

A domesticação primitiva de plantas resultou na aproximação genética de muitas espécies e variedades selvagens. No estado silvestre, a grande maioria das plantas são alógamas e, assim, populações selvagens são, caracteristicamente, mantidas em estado heterozigoto. Essa heterozigose fornece uma rica fonte de variação, a partir da qual a seleção primordial pode ser feita à luz da observação e da experiência lentamente acumuladas. As primitivas culturas do homem eram, portanto, grandes reservas de variabilidade genética, concentradas localmente em estado selvagem (Lawrence, 1980).

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Trigo.

<sup>2</sup> Bióloga, mestranda em Botânica, Universidade Federal do Paraná.

<sup>3</sup> Professora visitante, Universidade de Passo Fundo.

<sup>4</sup> Professora CEFET – Pato Branco, PR.

O esclarecimento da origem do trigo cultivado, de sua história evolutiva, o progresso do conhecimento científico sobre as relações citotaxonômicas dentro do gênero *Triticum* e da tribo *Triticinae* e a descoberta da imensa variabilidade potencialmente útil nas espécies e gêneros afins, como *Secale*, *Aegilops* e *Agropyron*, principalmente resistências a estresses bióticos e abióticos, superiores àquelas encontradas no trigo cultivado, tornou possível o uso de métodos cada vez mais eficientes de transferência de genes que permitem obtenção de novas e distintas fontes de resistência (Riley & Kimber, 1966; Dhaliwal et al., 1986; Knott & Dvorak 1976; Stalker, 1980; Moraes-Fernandes et al., 1980; Prestes & Goulard Filho, 1995; Angra, 1995).

Com a crescente demanda mundial por alimentos, o valor da introdução de variabilidade genética também cresce. Não é possível prever a futura demanda de variabilidade genética necessária a trigo, principalmente em face do aparecimento constante de novas raças de patógenos e da necessidade de utilização de novas áreas para produção. Assim, um estoque de material genético proveniente de espécies silvestres poderá prover o futuro, sendo de valor inestimável (Mujeeb-Kazi & Kimber, 1985).

### Origem e evolução do trigo

As espécies do gênero *Triticum*, com número cromossômico básico de sete, apresentam diferentes níveis de ploidia, incluindo espécies diplóides ( $2n=14$ , genoma AA), tetraplóides ( $2n=28$ , genomas AABB) e hexaplóides ( $2n=42$ , genomas AABBDD). Atualmente as espécies cultivadas comercialmente em grande escala são o trigo duro tetraplóide *Triticum turgidum* L. e o trigo comum hexaplóide, *Triticum aestivum* L. Esse último é composto por três genomas distintos AA, BB e DD ( $2n=6x=42$ ). Esta poliploidia natural confere ao trigo certas características que facilitam a incorporação de genes de espécies afins (Jauhar, 1993).

*Triticum aestivum* é uma planta anual, hermafrodita, autógama, e uma das culturas de maior expansão mundial, possuindo milhares de cultivares disponíveis em todo mundo. A domesticação ocorreu nas lavouras primitivas do Sudeste da Ásia de 7000 a 9000 A.C. e foi introduzido na Índia, na China e na Europa desde cinco mil anos A.C. (Brammer, 2000, Moraes-Fernandes et al., 2000). Pertence à família *Poaceae* e se originou do cruzamento de outras plantas silvestres que existiam nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates. Foi, sem dúvida, uma das primeiras espécies a ser cultivada (Moraes-Fernandes, 1982). É uma das espécies mais estudadas mundialmente dos pontos de vista científico, tecnológico e econômico. Desde o início do século, inúmeros pesquisadores em vários países, e mais recentemente no Brasil, dedicam-se ao estudo das peculiaridades do sistema genético desta espécie (Mac key, 1963, 1975; Moraes-Fernandes, 1982; Miller, 1987; Braun et al., 1997; Moraes-Fernandes et al., 2000).

Com o início do melhoramento genético como ciência, há cerca de 200 anos, as modificações em rendimento, qualidade de panificação, arquitetura da planta e aumento da resistência a estresses bióticos e abióticos foram relevantes. Atualmente, há genótipos cultivados em um amplo espectro que vai desde o Equador até 60° de latitude. O número total de acessos em bancos de germoplasma, no mundo inteiro, é estimado em 400.000 entradas, embora possa haver duplicações (Poelhman & Sleper, 1986 citados por Lupton, 1987).

As migrações aos vários ecossistemas têm sido propiciadas, principalmente, pela intervenção do homem, através de seleção e de introdução de novas cultivares, adaptadas a condições ambiente específicas. O trigo é fonte de 20% do total de calorias consumidas pela humanidade e, comprovadamente, o alimento básico da civilização ocidental (Mota, 1982, citado por Angra, 1995).

## As espécies silvestres como fontes de variabilidade genética

Quando as fontes de variabilidade do material cultivado, estão exauridas, os pesquisadores recorrem às coleções silvestres para obter os caracteres desejados. Utilizam, então, formas exóticas das espécies ou gêneros relacionados à espécie cultivada para obter híbridos intergenéricos ou interespecíficos (Cross, 1993).

Existem fontes de resistência nos genótipos de trigo brasileiro hexaplóides cultivados (Brammer et al., 2000; Prestes & Aita, 1985; Prestes, 1990; Luz, 1995), mas estas são em número reduzido, em razão de a base genética ser muito limitada (Osório et al., 1992), havendo também uma fragilização do conjunto de variabilidade disponível nos materiais atuais.

Angra et al. (1999) destacam que 75 % das espécies da tribo *Triticinae* são perenes, mas podem servir como fonte de variabilidade genética em cruzamentos com cereais anuais, como trigo.

O pré-requisito óbvio para a exploração do material genético das espécies afins no melhoramento de trigo é que seja possível a obtenção de híbridos viáveis. Como muitas variáveis de ambiente e experimentais influem no sucesso da hibridação, os limites para utilização não podem ser rigidamente definidos (Moraes-Fernandes, 1982). Além disso, a transferência de genes das espécies afins ao trigo cultivado depende de quanto e de como são introgrididos tais genes. A transferência torna-se facilitada quando ambas as espécies apresentam maior homologia entre seus cromossomos, permitindo maior recombinação genética (Moraes-Fernandes et al., 2000)

As primeiras gerações derivadas de hibridações entre trigo e espécies afins são, na maioria, tipos agronomicamente pobres. Entretanto, o uso de métodos adequados pode melhorar significativamente o fenótipo das progênies. Villareal et al., citados por Mujeeb-Kazi (1993), obtiveram gerações avançadas portadoras de resistência a patógenos como *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum* e *Septoria* spp. Todas as progênies foram resultantes das combinações entre *Triticum aestivum* e *Agropyron curvifolium* (*Thinopyron curvifolium*).

A importância da biologia celular no melhoramento genético pode ser avaliada pelos progressos na área de cultura de tecidos e de células individuais, possibilitando, por exemplo, pela cultura de embriões híbridos imaturos, inviáveis por cruzamentos convencionais, a transferência de genes de espécies próximas (Brammer et al., 2000). Contudo, cruzamentos entre espécies distintas podem provocar a degeneração do endosperma dos grãos híbridos e, conseqüentemente, a morte do embrião. Essa barreira pode ser superada pela cultura *in vitro* do embrião híbrido imaturo em meios específicos. As plantas híbridas obtidas são retrocruzadas para o trigo, visando a resgatar as características agrônômicas associadas à resistência da espécie selvagem (Moraes-Fernandes et al., 2000).

Cruzamentos entre trigo e espécies selvagens são efetuados na Embrapa Trigo, a fim de introduzir, em trigo, novos genes, principalmente para resistência a doenças. Os híbridos são obtidos a partir de cruzamentos entre *Triticum aestivum* e espécies afins. Após vários retrocruzamentos para o trigo, realizam-se avaliações para as características de interesse, selecionando-se os materiais de adequado tipo agrônômico acrescidos de resistência a doenças (Moraes-Fernandes et al., 1984, 1988, 1990; Vasconcellos et al., 1994; Barbosa et al., 1993, 1994; Angra et al., 1996; Moraes-Fernandes et al., 2000).

Embora várias técnicas e meios de cultivo tenham sido empregados na cultura de embriões "in vitro", as principais características são similares: os embriões precisam ser resgatados no momento em que alcançam o máximo desenvolvimento, no tecido materno, e antes que se inicie o processo de degeneração (Angra et al., 1999).

## Espécies do gênero *Agropyron* e o potencial genético na introgressão de genes

Existem muitas espécies do gênero *Agropyron*, cada qual com ampla variabilidade genética natural; entretanto, este gênero tem sido pouco estudado e, conseqüentemente, pouco conhecido. Esse grupo inclui somente espécies perenes, com tipos cespitosos e rizomatosos. Nativo do oeste da Ásia, o grupo distribui-se por regiões Árticas a temperadas de todo o mundo, ocorrendo também na Bacia do Mediterrâneo, tendo estabelecido um complexo endemismo nessas áreas. Evolutivamente, a heterozigose estrutural dentro dos genomas foi mantida como conseqüência do hábito perene e da alogamia desse gênero, o que propiciou o estabelecimento de uma alopolídia segmentar. Essa última, junto com o abrandamento das barreiras genéticas, facilitou a hibridação natural e favoreceu a criação de complexos poliplóides com muitos níveis de ploidia, que, associado com o eficiente sistema de propagação vegetativa, permitiu a expansão geográfica e propiciou uma diversificação permanente (Revisão em Cauderon, 1979, citado por Angra, 1995).

De modo geral, o genoma de *Agropyron* tem sido mais amplamente explorado por melhoristas de trigo e, provavelmente, continuará sendo, em virtude de suas características e do estreito relacionamento com os genomas de *Triticum*. Exemplos podem ser verificados para a tolerância à salinidade (Forster & Miller, 1985; Johnson, 1991), resistência à ferrugem da folha e à do colmo (Singh et al., 1993; Mengyan et al., 1993; Angra et al., 1994), resistência a *Helminthosporium sativum* (Villareal & Mujeeb-Kazi, 1993), resistência a *Drechslera tritici-repentis* (Barbosa et al., 1993), resistência a manchas foliares (Angra et al., 1992) e resistência ao vírus do mosaico (Wang et al., 1977; Jiang et al., 1993).

A espécie *Agropyron elongatum* (= *Thinopyron ponticum*,  $2n=10=70$ ) possui hábito perene e rusticidade. É do tipo cespitosa, altura média de 135 cm, espigas grandes, 6 a 8 flores por espiguetas, folhas estreitas, longas e prostadas. Essa espécie possui vários acessos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Trigo, do qual foi selecionada por possuir características agronômicas desejáveis, resistência ao encharcamento e ser pouco atacada por doenças fúngicas.

Segundo Angra & Barbosa (1991), citado por Angra (1995), cruzamentos realizados entre *A. elongatum* e o trigo cultivado ( $2n=42$ ) produzem híbridos  $F_1$  de 56 cromossomos. Vários retrocruzamentos, seguidos de seleção fitopatológica, citológica e molecular, são necessários até ser obtido material com número cromossômico igual ao de trigo e com resistência da espécie afim.

A Embrapa Trigo vem desenvolvendo, desde 1988, amplo trabalho para introgressão de genes de *Agropyron elongatum* por meio de híbridos com as cultivares de trigo, mediante uso das técnicas de cultivo *in vitro* de embriões imaturos e da haplodiploidização, através da gimnogênese e eliminação somática.

Segundo trabalhos desenvolvidos por Angra et al. (1995, 1996, 1999), entre outros, em cada avanço de geração, verificou-se redução do número cromossômico somático e alta instabilidade nos genomas híbridos. Sugere-se que há perda preferencial dos cromossomos do parental decaplóide, mas não se sabe ao certo a proporção genotípica de cada parental nos híbridos obtidos. Diante disso é que se tornaram imprescindíveis análises citológicas e moleculares, o uso da cultura *in vitro* de embriões imaturos e/ou da haplodiploidização como forma de fixação do material desejado. Desse modo, Gouvêa et al. (1997a, 1997b) realizaram análises citológicas e moleculares com o objetivo de verificar a estabilidade genética de linhagens haplodiploides obtidas a partir de cruzamentos entre *Triticum aestivum* e *Agropyron elongatum*. Na contagem cromossômica, foram avaliadas 45 plantas provenientes de dez híbridos. Para cada planta, dez células, com cromossomos bem espalhados, foram

analisadas, confirmando, além da estabilidade cromossômica do genoma de trigo, que é de 42 cromossomos, a eficiência da técnica de haploidiploidização via gimnogênese como alternativa de obtenção da homozigose perfeita em apenas uma geração. Do mesmo modo, as análises moleculares das subunidades de gluteninas de alto peso molecular (Glu-APM) também confirmaram a estabilidade genética dos híbridos haplodioplóides.

### Referências bibliográficas

- ANGRA, D.C. **Transferência da resistência à ferrugem da folha através de cruzamentos intergenéricos entre *Triticum aestivum* e *Agropyron elongatum***. Pelotas, 1995. 68p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Pelotas.
- ANGRA, D.C.; BARBOSA, M.M.; SILVA, C. dos A.; PIANA, C.F.B.; PRESTES, A.M.; MORAES-FERNANDES, M.I.B.; CAETANO, V.R. Retrocruzamentos e Cruzamentos Múltiplos Trigo x *Agropyron* para Transferência de Resistência a Moléstias Fúngicas. In: 44<sup>a</sup> Reunião Anual da SBPC. São Paulo. **Resumos**. p. 792, 1992.
- ANGRA, D.C.; BARBOSA, M.M.; PRESTES, A.M.; MORAES-FERNANDES, M.I.B. Cultivo de embriões em retrocruzamentos entre *Triticum aestivum* Thell. e *Agropyron elongatum* Host & Beauv. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 209-215, 1999.
- ANGRA, D.C.; MARTINELLI, P.; PRESTES, A.M.; FERNANDES, M.I.B. Haplodiploidização de híbridos intergenéricos via gimnogênese. *Brazilian Journal of Genetics*. **Resumos**. Caxambu, p. 214, 1996.
- ANGRA, D.C.; PRESTES, A.M.; BARBOSA, M.M. Avaliação de genótipos de *Agropyron* sp para resistência à Ferrugem da Folha do Trigo. In: XXVII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 1994. Itajaí. **Resumos**. p.294, 1994.
- BARBOSA, M.M.; PRESTES, A.M.; MORAES-FERNANDES, M.I.B. Obtenção de híbridos interespecíficos a partir do cruzamento *Triticum aestivum* X *Triticum monococcum* – cultura de embriões imaturos. In: XVII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994, Passo Fundo. **Resumos**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. p. 144, 1994.
- BARBOSA, M.M.; PRESTES, A.M.; ANGRA, D.C. *Agropyron* como fonte de resistência à mancha bronzeada do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, p. 335 (Resumos), 1993.
- BRAMMER, S.P. **Mapeamento de genes de resistência parcial à ferrugem da folha em cultivares brasileiras de trigo (*Triticum aestivum* L. em Thell)**. Porto Alegre, 2000. 105 p. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BRAMMER, S.P.; BARCELLOS, A.L.; MORAES-FERNANDES, M.I.B.; MILACH, S.K. Bases genéticas da resistência durável à ferrugem da folha do trigo e estratégias biotecnológicas para o melhoramento no Brasil. **Fitopatologia Brasileira** v. 25, p. 5-20, 2000.
- BRAUN, H.J.; ALTAY, F.; KRONSTAD, W.E.; BENIWAL, S.P.S.; McNAB, A., ed. **Wheat: prospects for global improvement**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1997. 582p.
- CROSS, R.J.W.A. Evaluation of genetic resources, identification of diversity and priorities of its exploitation for wheat improvement. In: VIII International Wheat Genetics Symposium. **Abstracts and Programm**. Beijing, China, p.50, 1993.
- DHALIWAL, H.S.; GILL, K.S.; SING, P.; MULTANI, D.S; SINGH, B. Evaluation of germplasm of wild wheats and *Aegilops agropyron* for resistance to various diseases. **Crop Improvement** . v.13, p.107-112, 1986.

- FORSTER, B.P.; MILLER, T.E. A 5B deficient hybrid between *Triticum aestivum* and *Agropyron junceum*. **Cereal Research Communications**. v. 13, n. 1, p. 93-95, 1985.
- GOUVÊA, P. M.; BRAMMER, S. P.; ANGRA, D. C.; PRESTES, A. M.; FERNANDES, M. I. B. Análise molecular em haplóides obtidos a partir de híbridos intergenéricos entre *Triticum aestivum* e *Agropyron elongatum*. In: II Encontro Brasileiro de Biotecnologia Vegetal, 1997, Gramado. **Anais do II Encontro Brasileiro de Biotecnologia Vegetal**. p.221-221, 1997a.
- GOUVÊA, P.M.; ANGRA, D.C.; PRESTES, A.M.; GALON, G.; FERNANDES, M.I.B.; BRAMMER, S.P. Análise citológica em híbridos haplodiplóides obtidos de cruzamentos entre *Triticum aestivum* L. em Thell e *Agropyron elongatum* L. In: 7ª Mostra de Iniciação Científica, 1997, Passo Fundo. **Anais da 7ª Mostra de Iniciação Científica**. p.88, 1997b.
- JAUHAR, P.P. Alien gene transfer and genetic enrichment of bread wheat. In: DAMANIA, A.B. (Ed.) **Biodiversity and wheat improvement**. ICARDA. A Wiley-Sayce Publication. 1993. p.103.
- JIANG, J.; FRIEBE, B.; DHALIWAL, H.S.; MARTIN, T.J.; GILL, B.S. Molecular cytogenetic analysis of *Agropyron elongatum* chromatin in wheat germplasm specifying resistance to wheat streak mosaic virus. **Theoretical and Applied Genetics**. vol. 86, p. 41-48. 1993.
- JOHNSON, R. C. Salinity resistance, water relations, and salt content of crested and tall wheatgrass accessions. **Crop Science**. v. 31, p. 730 - 734. 1991.
- KNOTT, D.R.; DVORAK, J. Alien germplasm as a source of resistance to disease. **Annual Review of Phytopathology**. v.14, p.211-235, 1976.
- LAWRENCE, W.J.C. **Melhoramento Genético Vegetal**. Coleção Temas de Biologia - EPU - EDUSP - vol. 6 São Paulo - S.P. 1980.
- LUPTON, F.G.H. History of wheat breeding. In: LUPTON, F.G.H. **Wheat Breeding**. London, New York, Chapman and Hall, 1987. p.51-70.
- LUZ, W.C. Avaliação da resistência de cultivares de trigo à mancha bronzeada. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 444-448, 1995.
- MACKEY, J. The boundaries and subdivision of the genus *Triticum*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1975. 23p. In: **XII International Botany Congress**, Leningrad, 1975.
- MACKEY, J. Species relationships in *Triticum*. In: International Wheat Genetics Symposium, 2., 1963, Lund, Sweden. **Proceedings...** Lund: University of Lund – Genetics Institute, 1963. v.2, p.237-276.
- MENGYUAN, H.; DAWEI, C.; XIANGQI, Z.; XIAOMING B.; SHUI, H. Transfer of useful genes into common wheat from wheat-grass by chromosomal engineering technique. In: VIII International Wheat Genetics Symposium. **Abstracts and Programe**. p. 12. Beijing, China. 1993.
- MILLER, T.E. Systematics and evolution. In: LUPTON, F.G.H. **Wheat Breeding**. London, New York, Chapman and Hall, 1987. p.1-30.
- MORAES-FERNANDES, M.I.B. Citogenética. In: Osório, E.A.(coord.) **Trigo no Brasil**. Campinas, p.95-144, 1982.
- MORAES-FERNANDES, M.I.B.; ZANATTA, A.C.A.; PRESTES, A.M ; CAETANO, V.R.; BARCELLOS, A.L.; ANGRA, D.C.; PANDOLFI, V. Cytogenetics and immature culture embryo at Embrapa Trigo breeding program: transfer of disease from related species by artificial resynthesis of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). **Genetics and Molecular Biology**. v. 23, n.4, p.1051-1062, 2000.
- MORAES-FERNANDES, M.I.B., PRESTES, A.M.; ANTONIOLLI, S.R. Transferência de genes de resistência a *Septoria nodorum* Berk (Berk) de espécies afins para o trigo. In: XIII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 1984, Passo Fundo. **Resumos**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo,

- p.225-228,1984.
- MORAES-FERNANDES, M.I.B.; ANTONIOLLI, S.R.; BARCELLOS, A.L.; COELHO, E.T.; LINHARES, W.I. Transferência de genes de resistência a moléstias fúngicas (ferrugem e oídio) de espécies afins para o trigo cultivado "*Triticum aestivum* L. Thell" através do cultivo de embriões híbridos. **Ciência e Cultura**. v. 42, p. 474-478, 1990
- MORAES-FERNANDES, M.I.B.; ANTONIOLLI, S.R.; BARCELLOS, A.L.; COELHO, E.T.; LINHARES, W.I. Obtenção de linhagens hexaplóides sintéticas através de cruzamentos interespecíficos entre *Triticum durum* Desf. e *Aegilops squarrosa* L., resistentes a moléstias fúngicas. In: XV Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 1984, Passo Fundo. **Resumos**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. p.214, 1988.
- MORAES-FERNANDES, M.I.B.; FERNANDES, J.M.; PICININI, E.C.; AITA, L.; SARTORI, J.F. Transferência de genes de resistência à *Septoria nodorum* (Berk) de espécies afins para o trigo. **Resumos**. Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre..p. 139, 1980.
- MUJEEB-KAZI, A. Interspecific and intergeneric hybridization in the *Triticeae* for wheat improvement. In: DAMANIA, A.B. (ed.) **Biodiversity and wheat improvement**. Part 3. Copyright 1993. ICARDA. United Kingdom. 430p.
- MUJEEB-KAZI, A. and KIMBER, G. The production, cytology and practicability of wide hybrids in the *Triticeae*. **Cereal Research Communications**. v. 13, n. 2-3, p. 11 – 24,1985.
- OSÓRIO, E.A.; PIEROBOM, C.R.; LUZZARDI, G.C. Genealogy of Brazilian wheats included in AUSEN. **Australian Septoria Newsletter**, n.37, Appendix V, 1992.
- PRESTES, A.M. Evaluación de la resistencia a la septoriose del trigo en el Brasil. In: KOHLI, M.M. and VAN BEUNINGEN, L.T. (EDS.). **Conferência regional sobre la septoriose del trigo**, México, D. F. CIMMYT. 1990
- PRESTES, A.M.; AITA, L. Reação de cultivares de trigo à mancha marrom, causada por *Cochliobolus sativus*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, p. 289 (Resumos), 1985.
- PRESTES, A.M.; ANGRA, D.C.; BARBOSA, M.M.; MORAES-FERNANDES, M.I.B. Fontes de resistência a *Stagonospora nodorum* em *Aegilops squarrosa*, espécie afim ao trigo cultivado. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 510-513, 1994.
- PRESTES, A.M.; GOULART, L.R. Transferência de resistência a doenças de espécies silvestres para espécies cultivadas. In: **Revisão Anual de Patologia de Plantas (RAPP)** v.3:, p. 315-363, 1995.
- PRESTES, A.M.; GOULARD FILHO, L.R. Transferência de resistência a doenças de espécies silvestres para espécies cultivadas. In: LUZ, W.C. (Ed.). **Revisão Anual de Patologia de Plantas (RAPP)**. Passo Fundo.1995. v.3 pp.315-363.
- RILEY, R.; KIMBER, G. The Transfer of Alien Genetic Variation to Wheat. **Annual Report**. (1964-1965) Cambridge p. 6 - 63. 1966.
- SINGH, H.; PANNU, P. P. S.; DHALIWAL, H. S. Evaluation of perennial Triticeae for resistance to rusts and powdery mildew diseases of wheat. **FAO/IBPGR Plant Resources Newsletter** v. 93, p. 40 – 42, 1993.
- STALKER, H.T. Utilization of wild species for crops improvement. **Adv. Agron**. v. 33, p.111-147, 1980.
- VASCONCELLOS, N.S.J.; PANDOLFI, V.; PRESTES, A.M.; BARBOSA, M.M. e MORAES-FERNANDES, M.I.B. Recuperação da Fertilidade em Híbridos Resultantes dos Cruzamentos entre *Triticum aestivum* e *Agropyron elongatum*. In: XVII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994, Passo Fundo. **RESUMOS**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. p.150, 1994.
- WANG, R.C., LIANG, G.H.; HEYNE, E.G. Effectiveness of *ph* gene in Inducing Homoeologous Chromosome Pairing in *Agroticum*. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 51, p. 139-142, 1977.
-

**Embrapa**

**Trigo**



**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: **Rainoldo Alberto Kochhann**

Arcênio Sattler, Ariano Moraes Prestes, Cantídio Nicolau Alves de Sousa, Delmar Pöttker, Gilberto Rocca da Cunha, João Carlos Haas, José Roberto Salvadori, Osmar Rodrigues

Expediente

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins

Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

BRAMMER, S. P.; MARTINELLI, P.; MORAES-FERNANDES, M. I. B de;  
PRESTES, A. M.; ANGRA, D. C. A potencialidade de Agropyron, espécie  
afim ao trigo cultivado, como fonte de introgressão de genes  
agronomicamente importantes. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 8 p. html.  
(Embrapa Trigo. Documentos Online; 8). Disponível em:  
<[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_do08.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do08.htm)>.