

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM

**EFEITO DE DESFOLHA NAS CARACTERÍSTICAS  
AGRONÔMICAS E NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES DE TRIGO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM

**EFEITO DE DESFOLHA NAS CARACTERÍSTICAS  
AGRONÔMICAS E NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES DE TRIGO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 06 de novembro de 2006

---

Prof. Tocio Sedyama

---

Pesq. Roberto Fontes Araújo

---

Pesq. Maria Aparecida Nogueira  
Sedyama

---

Prof. Moacil Alves de Souza

---

Valterley Soares Rocha  
(Orientador)

*“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, se não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o címbalo que retine. E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, de nada serviria...”*

*Coríntios 13*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, minha fortaleza, pelo presente da vida.

Aos meus pais, José Geraldo de Oliveira e Selma Gonçalves de Oliveira. Grandes responsáveis por transformar em realidade, os meus maiores sonhos.

A Universidade Federal de Viçosa por todas as oportunidades oferecidas ao longo desses doze anos. Em especial ao Departamento de Fitotecnia.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Valterley Soares Rocha. Grande exemplo de orientador e de amigo, pelo apoio e cuidados incansáveis. Palavras não expressariam toda a minha gratidão.

À minha filha Bárbara, pela compreensão nos meus momentos de ausência.

Aos meus irmãos Geraldo Honório, Marcus André, Adriana e Daniel, pelo apoio dado a mim e aos nossos pais, nos momentos difíceis.

Aos meus conselheiros Carlos Sigueiyuki Sedyama e Glauco Vieira Miranda, pelo suporte durante o trabalho e pela amizade.

Aos professores Tocio Sedyama, Moacil Alves de Souza, Múcio da Silva Reis e Denise Cunha F. dos Santos Dias, pelo carinho e pela disposição de sempre contribuir.

Ao Professor Cosme Damião Cruz, pela valiosa ajuda na finalização desse trabalho.

Aos pesquisadores Dra. Maria Aparecida Nogueira Sedyama e Dr. Roberto Fontes Araújo, pela contribuição e pela gentileza da participação na banca de defesa de tese.

Aos funcionários do Vale da Agronomia, em especial ao Gino. Ao Marcos do Laboratório de Análise de Sementes.

Aos estudantes de graduação e de pós-graduação do Programa Milho da UFV, e Zé Roberto, grandes companheiros, pelo valioso auxílio na execução do projeto inicial.

Aos meus amigos: Evelyn, Maria Dalva, Anália, Elita, Sarita, Danielle, Mara, Kiriaque, Renata, Silvia, Marilda, Marly, Cristine, Cristina, Serginho,

Tricia, Marcelo, Leandro e Leandro Vagno, pela força na superação das dificuldades ou apenas pelos doces momentos de alegria e festa vividos juntos.

À Neuza, Assistente Social da UFV, pelo importante trabalho, feito com tanta dedicação e competência.

A Igreja Cristã Maranata, pelo apoio, e pelo amor e atenção dados a minha filha no período de minha ausência.

Aos médicos, em especial ao Dr Sérgio Luiz do Carmo, enfermeiros, fisioterapeutas, enfim, a todos os funcionários do Hospital São João Batista, e da Clínica de Reabilitação que, de alguma forma, deram a sua contribuição para que eu pudesse estar aqui hoje, concluindo este trabalho.

Muito obrigada!

## **BIOGRAFIA**

TÂNIA CRISTINA DE OLIVEIRA GONDIM, filha de José Geraldo de Oliveira e Selma Gonçalves de Oliveira, nasceu em São Paulo, Capital.

Em agosto de 1999, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG.

Em agosto de 1999, ingressou no Programa de Mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em agosto de 2001.

Em junho de 2002 tomou posse do cargo de Gestora de Desenvolvimento Rural do Instituto de Desenvolvimento Agrário, Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul.

Em setembro de 2002, ingressou no Programa de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em novembro de 2006.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1- EFEITO DA DESFOLHA NAS CARACTERISTICAS AGRONÔMICAS DE VARIEDADES DE TRIGO</b>	
<b>Resumo.....</b>	<b>4</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>5</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>26</b>
<b>Referências.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DE TRILHA PARA COMPONENTES DE RENDIMENTO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE TRIGO SOB DESFOLHA</b>	
<b>Resumo.....</b>	<b>29</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>30</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>32</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>34</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>41</b>
<b>Referências.....</b>	<b>42</b>

**CAPÍTULO 3 - EFEITO DA DESFOLHA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA  
DE SEMENTES DE TRIGO**

<b>Resumo.....</b>	<b>45</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>46</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>48</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>50</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>53</b>
<b>Referências.....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>57</b>

## RESUMO

GONDIM, Tânia Cristina de Oliveira, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2006. **Efeito de desfolha nas características agronômicas e na qualidade fisiológica de sementes de trigo.** Orientador: Valterley Soares Rocha. Conselheiros: Carlos Sigueyuki Sedyama e Glauco Vieira Miranda.

Objetivou-se avaliar o efeito da desfolha nas características agronômicas e na qualidade fisiológica de sementes de trigo nas variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24. O experimento foi instalado no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello da Universidade Federal de Viçosa, em maio de 2004. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas. Os tratamentos constituíram-se de três variedades (na parcela) e três níveis de desfolha e uma testemunha, sem desfolha, para cada variedade (na sub-parcela), com quatro repetições. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada do limbo da folha bandeira, da segunda e terceira folhas superiores. A colheita foi feita manualmente, com o corte das plantas rente ao solo e avaliados os caracteres: rendimento de grãos, peso hectolítrico, peso de mil grãos, número de espigas por parcela, número de grãos por espiga, biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga, biomassa seca total, rendimento de grãos por espiga, biomassa seca do colmo individual, biomassa seca da palha da espiga individual e biomassa seca total por planta individual, teste de germinação e testes de vigor de primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência em campo. Na avaliação das características agronômicas estudadas sob desfolha, houve diferença entre as variedades. A desfolha afetou de forma negativa a maioria das características agronômicas. Entre as variedades estudadas, a Anahuac mostrou maior capacidade de manter o rendimento com menor remobilização de fotoassimilados em situação de estresse provocado pela desfolha e a variedade BR 24 apresentou maior remobilização de assimilados para o enchimento de grãos. Pela análise de trilha concluiu-se que o peso de mil grãos e número de grãos por espiga foram considerados os principais componentes de rendimento para as

variedades sob desfolha. O rendimento de grãos sob estresse, foi associado com a redução da biomassa seca do colmo e a seleção direta para peso de mil grãos e número de grãos por espiga é estratégia eficiente para aumentar o rendimento em situação de estresse. Pelo estudo da desfolha sobre a qualidade fisiológica de sementes, concluiu-se que os níveis de desfolha não afetaram a qualidade fisiológica das mesmas.

## ABSTRACT

GONDIM, Tânia Cristina de Oliveira, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, November, 2006. **Defoliation effects on agronomic characteristics and physiological quality of wheat seeds.** Adviser: Valterley Soares Rocha. Co-Advisers: Carlos Siqueyuki Sedyama and Glauco Vieira Miranda.

The objective of this work was to evaluate the defoliation effects on agronomic characteristics and physiological quality of wheat seeds of varieties Anahuac, BRS 207 and BR 24. The experiment was set up in the Experimental Field of the Federal University of Viçosa, May 2004. The experiment was organized following a split plot randomized block design. The treatments consisted of three varieties (as main plots), three defoliation levels and a control without defoliation, for each variety (as subplots), with four repetitions. Defoliation was carried out during the reproductive stage, removing the blade of the flag leaf, second and third top leaves. Plants were harvested by hand, close to the ground, and the following traits were evaluated: grain yield, hectoliter weight, thousand grain weight, number of spikes per plot, number of grains per spike, stem dry matter, husk dry matter, total dry matter, grain yield per spike, dry matter of individual stem, husk dry matter of individual spike and total dry matter per individual plant, tests of germination, first count vigor, accelerated aging and field emergence. The evaluation of the agronomic characteristics under defoliation showed difference among varieties, with defoliation affecting negatively most of the traits. Among the studied varieties, Anahuac showed the largest capacity to maintain yield with lower photoassimilate remobilization under the stress condition caused by defoliation, while the variety BR 24 showed the largest assimilate remobilization to grain filling. The path analysis showed that thousand grain weight and number of grains per spike were the main yield components for the varieties under defoliation. Grain yield under stress was associated with the reduction in stem dry matter, therefore, the direct selection for thousand grain weight and number of grains per spike is an efficient strategy to increase yield in stress condition. The study also showed that the levels of defoliation did not affect the physiological quality of the seeds.

## INTRODUÇÃO GERAL

Com uma produção mundial de 608.638.000 toneladas, colhidas em uma área de 218.503.000 ha na safra 2004/2005 (Agrianual, 2005), o trigo é a mais importante cultura, em termos de quantidade, para a nutrição humana e animal, fornecendo cerca de 20% da energia e 25% dos requerimentos protéicos da população mundial (Lawlor e Mitchel, 2000).

No Brasil, o trigo é de grande importância para a economia, devido ao elevado consumo de seus derivados, principalmente pão, macarrão e farinha (Carneiro *et al.*, 2005). No entanto, apesar da safra de 5.726.195 toneladas em 2004, a produção nacional desse grão não tem sido suficiente para atender a demanda e por isso a importação brasileira tem atingido marcas históricas, como as 7.718.100 toneladas importadas em 1999. Com isso, o Brasil é hoje um dos maiores importadores de trigo do mundo com participação de até 70% (em 1999, 2000 e 2001) do produto estrangeiro no total do consumo (Agrianual, 2005).

O principal desafio para a triticultura nacional é tirar o país da incômoda posição de grande importador e levá-lo a auto-suficiência no abastecimento desse cereal. Para isso é necessário o trabalho conjunto entre entidades governamentais, órgãos de pesquisa, entidades privadas, cooperativas entre outros (Agrianual 2005).

Situações de estresse e injúrias foliares podem levar à alteração na redistribuição de fotoassimilados, alterando a relação fonte-dreno. Pesquisas direcionadas ao estudo dessa relação são importantes para o conhecimento do funcionamento da partição de assimilados na planta, pois, através de alterações no balanço fonte-dreno, ocorrerá mudanças nos padrões de distribuição que podem levar à compensação ou prejuízos no desenvolvimento e na produção da planta. As variedades diferenciam-se em relação à capacidade de compensar e redistribuir fotoassimilados.

A aplicação de dessecantes foliares e a desfolha artificial são metodologias utilizadas em estudos de fisiologia, em diversas culturas, com o intuito de simular situações de estresse e alterações nas rotas de translocação de fotoassimilados e dos mecanismos de compensação,

ocasionadas por perda de área foliar, como consequência de injúrias decorrentes de doenças, ataque de insetos ou déficit hídrico, auxiliando a pesquisa a determinar níveis de dano econômico que racionalizarão o uso de defensivos e sistemas de manejo, fornecendo também, suporte às recomendações para as culturas.

Recentemente, esforços têm sido feitos para explorar a remobilização de reservas do colmo para suportar o enchimento de grãos sob condições de estresse. No entanto, existe a necessidade de mais pesquisas para auxiliar melhoristas de trigo na avaliação do valor da mobilização de reservas do colmo como um critério de seleção para ambientes de estresse.

Reservas do colmo acumuladas na planta até a pré-antese estão sendo crescentemente reconhecidas como importante fonte de carbono para enchimento do grão quando a fotossíntese atual é inibida por estresse hídrico, de calor ou de doenças. Este é um período crítico, pois, a partir da fase de pré-antese os fotoassimilados produzidos pela fonte começam a diminuir em função da senescência foliar, que se acentua ainda mais em situação de estresse quando a demanda do dreno é maior. Dessa forma, as reservas do colmo são essenciais para manter níveis adequados de produtividade (Blum, 1998). Mesmo sob condições normais, os assimilados provenientes da fotossíntese atual podem ser limitados para o enchimento de grão. A compreensão do processo de partição de fotoassimilados permite que os especialistas em melhoramento vegetal selecionem e desenvolvam variedades que apresentam transporte melhorado para as porções comestíveis da planta.

A alteração da relação fonte-dreno pode provocar alterações nas características agronômicas e na qualidade fisiológica de sementes. A avaliação do potencial fisiológico de sementes é importante em todas as fases de um programa de melhoramento e também auxilia na tomada de decisões, na adoção de práticas adequadas de manejo para o controle de qualidade dentro do sistema de produção de sementes.

Existe a necessidade de elucidar as bases genéticas e moleculares da tolerância ao estresse e dos mecanismos de translocação e distribuição de fotoassimilados em trigo, identificando genes benéficos, e utilizá-los em

programas de melhoramento que tenham como alvo produzir cultivares de trigo superiores no futuro.

Nesse contexto a Universidade Federal de Viçosa, dentro do Programa de Melhoramento de Trigo, trabalha com linhas de pesquisa visando a introdução de novos genes de interesse, como resistência a doenças e a estresses abióticos nas variedades comerciais e também busca a criação de novas variedades de trigo irrigado e de sequeiro. As pesquisas buscam características desejáveis, detectando fontes de variabilidade genética para adaptação e capacidade de manutenção de níveis de produção e de qualidade fisiológica de sementes em situações de estresse. Assim, os objetivos do presente trabalho foram avaliar o efeito de desfolha nas características agronômicas e na qualidade fisiológica de sementes, avaliar as associações entre componentes de rendimento e caracteres da planta com o rendimento de grãos, determinando os efeitos diretos e indiretos desses componentes em situação de estresse provocado por desfolha.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2005. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Agros comunicação/FNP Consultoria e Agroinformativos. 2005. p.503-512.
- BLUM, A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. **Euphytica**, v.100, p.77- 83, 1998.
- CARNEIRO, L.M.T.A.; BIAGI, J. D.; FREITAS, J.G.; CARNEIRO, M.C.; FELÍCIO, J.C. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.127-137, 2005.
- LAWLOR, D.J.; MITCHEL, R.A.C. Crop ecosystem responses to climatic change: Wheat. In: REDDY, K.R.; HODGES, H.F. (eds.) **Climate change and global crop productivity**. London, UK:CAB International. 2000. p.57-80.

## CAPÍTULO 1

### EFEITO DA DESFOLHA NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE VARIEDADES DE TRIGO

**RESUMO** - Situações de estresse e injúrias foliares podem levar à alterações na redistribuição de fotoassimilados e na relação fonte-dreno. Pesquisas direcionadas ao estudo dessa relação são importantes para o conhecimento do funcionamento da partição de assimilados, pois, através de alterações no balanço fonte-dreno, ocorrerá mudanças nos padrões de distribuição que podem levar à compensação ou prejuízo no desenvolvimento e na produção das plantas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de quatro níveis de desfolha nas características agronômicas das variedades de trigo Anahuac, BRS 207 e BR 24. O experimento foi instalado no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello da Universidade Federal de Viçosa, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em parcela subdividida, com variedades na parcela e níveis de desfolha na sub-parcela. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada de uma (folha bandeira), duas ou três folhas superiores e uma testemunha, sem desfolha, para cada variedade. Avaliou-se o rendimento de grãos por parcela, peso hectolítrico, peso de mil grãos, número de espigas por parcela, número de grãos por espiga e biomassa seca do colmo, da espiga e total por parcela, rendimento de grãos por espiga, biomassa seca do colmo individual, biomassa seca da palha da espiga individual e biomassa seca total da planta individual. A variedade BR 24 apresentou maior redução de biomassa seca com a desfolha, sugerindo maior remobilização de assimilados de outras partes da planta para o enchimento de grãos, enquanto a Anahuac suportou melhor o enchimento de grãos com menor remobilização de assimilados na situação de estresse. A variedade BRS 207 apresentou maior rendimento de grãos e superioridade para a maioria das características avaliadas, exceto para peso hectolítrico e peso de mil grãos. Ocorreu efeito linear decrescente para a

maioria das características avaliadas com o aumento da desfolha. As variedades diferenciaram-se quanto às características avaliadas.

## INTRODUÇÃO

O cultivo do trigo (*Triticum aestivum* L.) tem se expandido mundialmente em áreas antes consideradas marginais, com condições climáticas não adequadas, em virtude do melhoramento genético e da obtenção de novas variedades.

Existe grande interesse sócio-econômico em aumentar a produção de trigo no Brasil, para que seja possível atender à demanda nacional. Novos incentivos à triticultura, por meio de medidas de apoio à produção, fomento e comercialização contribuirão para que o país venha a consolidar o desenvolvimento e a estabilidade da cultura, diminuindo a dependência externa do produto e tornando-o mais competitivo mundialmente.

Melhoristas de cereais têm utilizado pequeno número de progenitores e dado ênfase ao potencial de produção sob condições favoráveis de ambiente, provocando um estreitamento da diversidade genética quanto a tolerância a estresses.

O estresse é definido como um fator externo, que exerce influência desvantajosa para o crescimento e desenvolvimento da planta. Na maioria dos casos, o estresse é medido em relação à sobrevivência, produtividade agrícola, acumulação de biomassa ou ao processo primário de assimilação, que estão relacionados ao crescimento e desenvolvimento da planta. O estresse desempenha papel importante na determinação de como o solo e o clima limitam a distribuição de espécies vegetais. A compreensão dos processos fisiológicos subjacentes aos danos provocados por estresse e dos mecanismos de adaptação e aclimatação de plantas a estresses bióticos e abióticos é de grande importância para a agricultura. Essa adaptação e a aclimatação ao estresse ambiental resultam de eventos integrados que ocorrem em todos os níveis de organização, desde o anatômico e morfológico até o celular, bioquímico e molecular (Taiz e Zeiger, 2004).

Segundo Larcher (2000), as plantas são constituídas em grande parte por carboidratos, que são responsáveis por 60% ou mais da matéria seca vegetal. Os carboidratos produzidos pela assimilação do CO<sub>2</sub> devem ser distribuídos por toda a planta de forma sistemática, mas flexível, com o objetivo de suprir as necessidades dos órgãos do vegetal. Os produtos assimilados nos sítios de produção (tecidos fotossinteticamente ativos, “fontes”) são transportados continuamente para outros locais, onde serão consumidos ou translocados ou estocados (zonas de crescimento, sementes, frutos e tecidos de deposição, “drenos”). As folhas totalmente desenvolvidas suprem preferencialmente os centros consumidores. Nas plantas cultivadas produtoras de grãos, por exemplo, as folhas mais próximas ao ápice suprem os meristemas da parte aérea e, sobretudo, as flores e os frutos em amadurecimento. Por meio de técnicas de melhoramento é possível favorecer os grãos na partição de assimilados, aumentando assim o índice de colheita de algumas espécies.

Dentre os fatores abióticos com potencial para causar estresse ao desenvolvimento da planta de trigo, a ocorrência de altas temperaturas desempenha importante papel em todas as fases de seu desenvolvimento, causando redução no rendimento final dos grãos (Al-Khatib e Paulsen, 1990). O trigo é planta C3 e a alta temperatura durante o período de enchimento de grãos provoca muitos efeitos negativos, tais como diminuição da atividade da Rubisco, aumento da fotorespiração, com conseqüente diminuição da fotossíntese líquida, o que leva a aceleração da senescência foliar. Como resultado, ocorre grande redução no suprimento de nutrientes para o grão em desenvolvimento, devido a supressão da fotossíntese atual (Al Khatib e Paulsen, 1984) e por inibir diretamente a biossíntese de amido no endosperma.

O papel do N armazenado no colmo, antes da antese, tem sido alvo de poucas pesquisas. Mais de 80% do conteúdo de N total na planta é acumulado até a antese e é responsável por cerca de 50 a 100% do conteúdo de N total na semente de trigo. A mobilização do N, embora sob controle genético, depende das condições ambientais, como citado por Tahir e Nakata (2005). Palta *et al.* (1994) encontrou que, a despeito da redução da absorção de N pós antese, o acúmulo de N no grão não foi afetado por

déficit de água, porque a remobilização de N para o grão aumentou. Segundo este autor, poucas tentativas foram feitas para estudar como o estresse de calor afeta a remobilização de N no colmo.

Estresse de calor acelera a senescência das folhas e a perda do conteúdo de clorofila. Avaliações e estudos da capacidade para suportar o enchimento de grãos em situações de estresse é possível, por meio da inibição experimental da fotossíntese atual durante o enchimento de grãos, por remoção de folhas ou dessecação química da parte aérea das plantas (Fokar *et al.*, 1998).

O déficit hídrico é considerado outro importante fator de estresse para a cultura do trigo. Um dos efeitos do estresse de água é a redução da área foliar, podendo ter reflexos negativos ou positivos no rendimento de grãos, uma vez que a área foliar influencia a eficiência no uso de água pela planta.

Avaliando os efeitos de estresse hídrico e de temperatura no enchimento de grão de trigo, Plaut *et al.* (2004) sugerem que o efeito inibidor do estresse hídrico na taxa de enchimento de grão é mais forte que o efeito do estresse de temperatura. Van Herwaarden *et al.* (1998) mostraram que, sob condições de déficit hídrico no cultivo de trigo, a aparente contribuição dos assimilados armazenados para o enchimento de grão pode ser de 75 a 100%, quando comparado com 37 a 39%, sob condições de não restrição de água. Richards (1983) observou que, em alguns casos, uma limitação de água pode reduzir o excesso de área foliar, resultando em melhora na eficiência do uso de água, e, conseqüentemente, melhorar o potencial de produção da planta. Nesse aspecto, a redução de área foliar pode ser compensada por maior duração de área foliar e/ou pela melhor penetração de luz, o que poderia resultar em maior número de afilhos férteis.

Sob condições de estresse, normalmente, o metabolismo é acelerado, ocorrendo aumento na taxa de acúmulo de matéria seca no grão, em virtude da redução do período de enchimento, porém não o suficiente para compensar o decréscimo ocasionado por essa redução. Assim, a duração de enchimento mais longa, determinada geneticamente, parece ser vantajoso nesse aspecto.

No caso do trigo, os produtos da fotossíntese elaborados nas folhas situadas na porção superior do colmo (principalmente a folha bandeira) e nas

aristas, são responsáveis pela maior parte da produção. As folhas inferiores contribuem com 15 a 20% do total de rendimento de grãos. Esse fato explica porque as plantas de trigo podem tolerar infecção acentuada nas folhas inferiores e ainda produzir razoavelmente, desde que as partes superiores da planta não sejam afetadas intensamente. As doenças estão entre os fatores que mais têm contribuído para a limitação de produtividade da triticultura brasileira (Goulart, 2005).

Sawhney e Singh (2002) estudaram o efeito da dessecação química no estágio de pós antese em algumas mudanças fisiológicas e bioquímicas, diferenciando genótipos de trigo. Afirmam existir variações genéticas na redistribuição de assimilados na pré-antese para o desenvolvimento da planta sob condições de estresse hídrico e concluíram que a técnica de dessecação artificial por iodeto de potássio pode ser usada para a seleção eficiente de genótipos tolerantes a esse tipo de estresse.

Asseng e van Herwaarden (2003), estudando os benefícios de assimilados armazenados antes do enchimento do grão, por meio de simulação, observou que esses explicaram cerca de 5 a 90% da produção de grãos, dependendo da quantidade e distribuição de chuvas, suprimento de nitrogênio, crescimento da cultura e uso da água, sendo que em condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura, essa contribuição será menor.

Atualmente, as pesquisas com níveis de desfolha em trigo são escassas. Em relação à contribuição dos órgãos vegetais na relação fonte/dreno, Santos (1980), estudando o efeito de dois níveis de desfolha em soja na produção de grãos, constatou que a contribuição das folhas do terço mediano, em relação ao terço superior, é pequena, e que a retirada das folhas do terço mediano e do terço inferior não causou danos significativos, ocorrendo acentuado aumento de ramos nas plantas, compensando a redução de folhas. Gazzoni (1974) afirma que a reação da planta de soja à desfolha artificial é muito semelhante à reação causada pelos insetos fitófagos, auxiliando a pesquisa a determinar níveis de dano econômico que racionalizarão o uso de inseticidas no manejo integrado de insetos-praga. Estes trabalhos dão suporte às recomendações para a cultura, indicando

que o controle com inseticidas deve ser realizado com 30 ou 40% de desfolha no período vegetativo e 15% de desfolha no período reprodutivo.

O esforço da pesquisa precisa ser adequadamente distribuído em todos os aspectos necessários à criação de cultivares com elevado potencial produtivo e adequação às características do ambiente. O acervo de material genético, que serve de fonte de genes e da variabilidade genética indispensável para a criação de novas cultivares, deve ser permanentemente aumentado com a introdução de novos germoplasmas e da caracterização dessas fontes de genes de interesse para situações de estresse. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de quatro níveis de desfolha sobre as características agrônômicas de três variedades de trigo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas as variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24, obtidas junto ao banco de germoplasma do programa de melhoramento de trigo da UFV. Antes da semeadura foi realizado teste de germinação para correção da população de plantas nas parcelas. O experimento foi instalado no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia, no campus da Universidade Federal de Viçosa, em 26 de maio de 2004. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas. Os tratamentos constituíram-se de três variedades (na parcela) e três níveis de desfolha e uma testemunha, sem desfolha, para cada variedade (na sub-parcela), com quatro repetições. Cada unidade experimental constituiu-se de quatro linhas de um metro de comprimento e espaçamento de 20 cm entre linhas em uma densidade de 350 plantas/m<sup>2</sup>. Foi feito o controle de plantas daninhas com o uso de Metsulfurom Metyl, na dose de 4 g/ha e a aplicação do fungicida Tebuconazole, na dose de 750 mL/ha para evitar danos por doenças. O ensaio foi conduzido sob irrigação. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada do limbo da folha bandeira, segunda e terceira folhas superiores. A colheita foi feita

manualmente, com o corte das plantas rente ao solo, entre 23 e 25 de setembro de 2004.

As variedades Anahuac e BRS 207 são de regime de cultivo irrigado, de porte baixo e possuem espigas com aristas. A variedade BR 24 é indicada para cultivo em regime de sequeiro, porte alto e espigas sem aristas.

Foram avaliados os seguintes caracteres: rendimento de grãos, peso hectolítrico, peso de mil grãos, número de espigas por parcela, número de grãos por espiga, biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga, biomassa seca total, rendimento de grãos por espiga, biomassa seca do colmo individual, biomassa seca da palha da espiga individual e biomassa seca total por planta individual.

#### **Rendimento de grãos (g/parcela)**

Obtido pela pesagem do total de grãos por parcela. O peso obtido foi ajustado para 13% de umidade.

#### **Peso hectolítrico**

Nos grãos limpos e secos foi feita a determinação dessa característica, em balança apropriada, e os valores obtidos, transformados em kg/hL, com o auxílio de uma tabela de equivalência.

#### **Peso de mil grãos (g)**

Obtido pela pesagem de mil grãos de cada amostra, em balança de precisão de 0,01 g.

#### **Número de espigas**

Determinação feita pela contagem do número total de espigas na parcela, após a colheita.

#### **Número de grãos por espiga**

Determinado de forma indireta, em função do peso de mil grãos, número de espigas por parcela e pelo rendimento de grãos por parcela.

**Biomassa seca do colmo por parcela (g/parcela)**

Obtida pela pesagem do total de plantas, depois de retirada a espiga, de cada parcela, colhidas e secas em estufa por 48 horas, a 75°C, de acordo com Sayre (1993).

**Biomassa seca da palha de espiga por parcela (g/parcela)**

As espigas retiradas de todas as plantas de cada parcela foram passadas em peneira para a retirada dos grãos e, posteriormente, a palha foi seca em estufa por 48 horas, a 75°C.

**Biomassa seca total (g/parcela)**

Obtida pela soma da biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga e da semente a 0% de umidade, de cada parcela.

**Rendimento de grãos por espiga (mg/espiga)**

Obtido de forma indireta pelo peso do total de grãos por parcela, ajustado para 13% de umidade, dividido pelo número de espigas obtidas na parcela.

**Biomassa seca do colmo individual (mg/colmo)**

Obtida pela divisão do valor da biomassa seca do colmo da parcela pelo número de espigas na parcela.

**Biomassa seca da palha da espiga individual (mg/espiga)**

Obtida pela divisão do valor da biomassa seca da palha da espiga na parcela pelo número de espigas na parcela.

**Biomassa seca total por planta individual (mg)**

Obtida pela divisão do peso da biomassa seca total da parcela pelo número de espigas na parcela.

A análise de variância dos caracteres avaliados foi realizada utilizando-se o programa SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Após a análise de variância foi feita a comparação das médias

utilizando-se o teste de Tukey para o efeito de variedade, e equações de regressão para o efeito de níveis de desfolha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância constatou-se significância do efeito de variedade para a variável rendimento de grãos. Pelo teste de médias diferiu a variedade BRS 207 que apresentou maior rendimento de grãos, diferiu significativamente das outras duas variedades, que não diferiram estatisticamente entre si para essa característica (Quadro 1).

Pela análise de variância da regressão verificou-se significância dos níveis de desfolha e tendência linear decrescente para essa característica (Figura 1). Isso se deu pela diminuição de acúmulo de reserva de fotoassimilados para 'mobilização na fase de enchimento de grãos e pela diminuição, também nessa fase, da fotossíntese atual, pela remoção de folhas. Os resultados obtidos estão de acordo com trabalho feito por Fokar *et al.* (1998), avaliando o efeito de estresse em trigo, concluiu que a redução da área fotossinteticamente ativa causa a diminuição do processo fotossintético provocando, conseqüentemente, a redução no rendimento de grãos.

Quadro 1 – Resultados médios de rendimento de grãos de trigo (g/parcela). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	290,92	357,29	258,78	302,33
1	281,47	369,70	222,40	291,19
2	253,22	284,85	214,24	250,77
3	234,40	275,58	194,61	234,86
Média	265,00 B	321,85 A	222,51 B	269,79
C.V. par. (%)				12,68
C.V. subpar. (%)				13,17

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

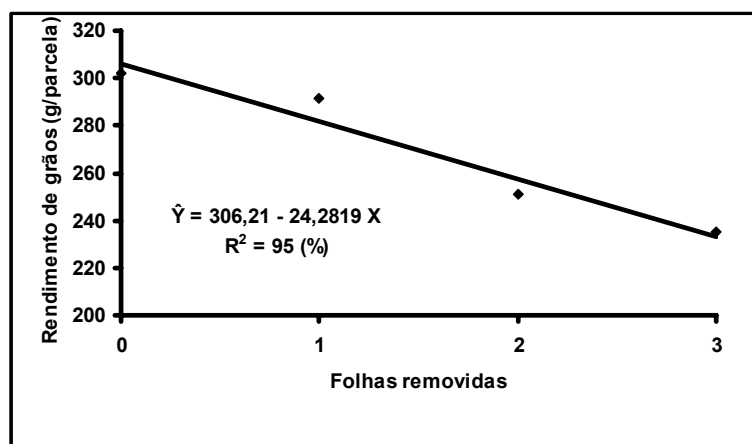


Figura 1 – Efeito da desfolha sobre rendimento de grãos em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Apesar de maior rendimento de grãos por parcela, a variedade BRS 207 apresentou menor peso hectolétrico (Quadro 2), o que demonstra menor densidade dos grãos para essa variedade. Assim, uma determinada variedade pode ter volume maior de grãos com enchimento menor, o que leva ao baixo peso hectolétrico. Esse fato reforça a importância do uso do peso hectolétrico como critério de seleção de variedades de maior valor comercial e rendimento industrial.

A análise de regressão (Figura 2) apresentou queda linear para o peso hectolétrico com o aumento da desfolha. A baixa densidade dos grãos se dá pelo menor enchimento provocado pela diminuição da área fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, pelo menor acúmulo de reservas.

Quadro 2 – Resultados médios de peso hectolétrico de grãos de trigo (Kg/hL). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	79,91	78,47	81,04	79,81
1	79,41	77,59	80,03	79,01
2	77,64	76,39	79,08	77,70
3	77,06	75,72	77,12	76,64
Média	78,51 A	77,04 B	79,32 A	78,29
C.V. par. (%)				1,39
C.V. subpar. (%)				1,06

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

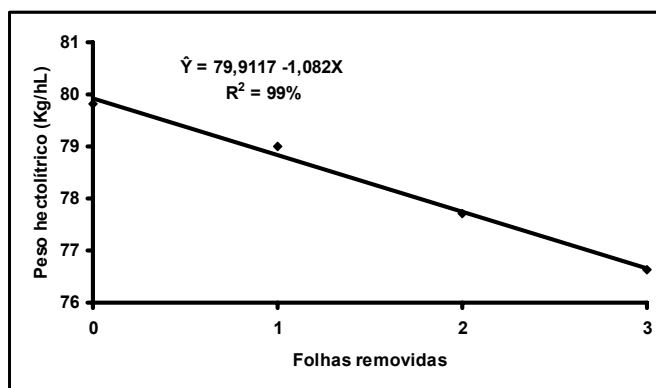


Figura 2 – Efeito da desfolha sobre o peso hectolítrico em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Resultados semelhantes foram observados quando se avaliou o peso de mil grãos. Constatou-se efeito da interação entre variedade e níveis de desfolha (Quadro 3). No tratamento testemunha as variedades BRS 207 e BR 24 apresentaram peso de mil grãos semelhante e inferior ao da variedade Anahuac. A variedade BRS 207 apresentou menor peso de mil grãos quando comparada às outras variedades em cada nível de desfolha. O menor peso hectolítrico pode estar afetando também essa característica, já que a mesma variedade apresentou menor peso hectolítrico e menor peso de mil grãos. De acordo com a análise de regressão (Figura 3), com o aumento do número de folhas removidas, todas as variedades apresentaram redução linear do peso de mil grãos, sendo a variedade BR 24 a menos afetada, seguida da BRS 207 e da Anahuac. Franco e Carvalho (1987) atribuíram à redução da produção de carboidratos durante a fase de enchimento de grãos, como provável responsável pelo decréscimo do peso de grãos. Também consideraram o peso de grãos como o principal responsável pela redução da média de rendimento de grãos, nos genótipos testados estudando o progresso genético no rendimento do trigo e sua associação com diferentes caracteres sob variações ambientais.

A variedade BRS 207 apresentou número de espigas por parcela superior às outras variedades. A BR 24 apresentou o menor número. O maior número de espigas por parcela para a variedade BRS 207 (Quadro 4), refletiu em maior rendimento de grãos (Quadro 1).

Quadro 3 – Resultados médios de peso de mil grãos de trigo (g). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	43,57 A	39,31 B	40,62 B	41,16
1	39,80 A	36,63 B	38,76 A	38,40
2	36,15 A	33,72 B	37,62 A	35,83
3	34,60 A	32,31 B	35,53 A	34,15
Média	38,53	35,49	38,13	37,38
C.V. par. (%)				2,90
C.V. subpar. (%)				2,72

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

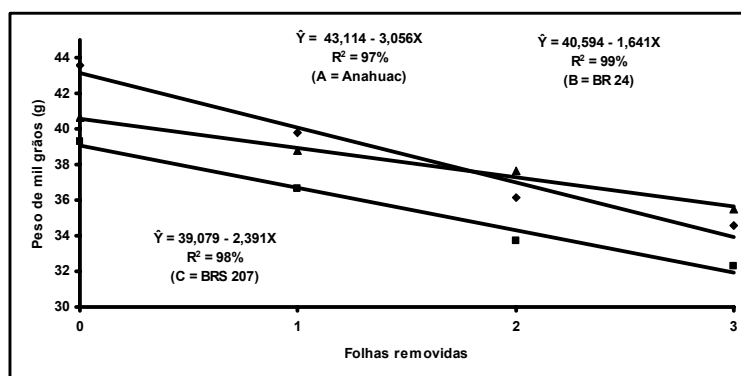


Figura 3 – Efeito da desfolha sobre peso de mil grãos em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Pela análise de regressão não foi constatado efeito de níveis de desfolha sobre a característica número de espigas por parcela. Isso ocorreu, uma vez que a desfolha foi efetuada na fase fenológica de espigamento, quando o número de espigas já havia sido definido (Figura 4).

Quadro 4 – Resultados médios de número de espigas de trigo por parcela. Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	215,25	252,25	204,00	223,83
1	225,25	270,50	190,25	228,67
2	238,00	249,50	192,25	226,58
3	229,00	259,75	178,75	222,50
Média	226,88 B	258,00 A	191,31 C	225,40
C.V. par. (%)				5,85
C.V. subpar. (%)				7,70

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

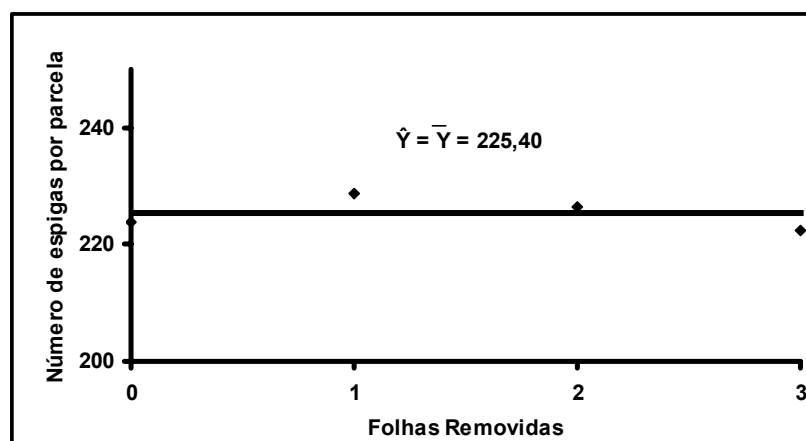


Figura 4 – Efeito da desfolha sobre o número de espigas em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

A variedade BRS 207 também apresentou maior número de grãos por espiga quando comparado às outras variedades (Quadro 5), o que também concorreu para que a mesma apresentasse maior rendimento de grãos por parcela. Assim como o número de espigas já estava definido, quando se efetuou a desfolha, o número de grãos também já tinha sido definido, apresentando-se o gráfico de regressão como uma constante, sem efeito de desfolha para número de grãos por espiga (Figura 5).

Quadro 5 – Resultados médios de número de grãos de trigo por espiga. Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	31,02	35,91	31,22	32,71
1	31,41	37,30	29,89	32,87
2	29,40	33,86	29,68	30,98
3	29,56	32,75	30,61	30,97
Média	30,35 B	34,95 A	30,35 B	31,88
C.V. par. (%)				8,23
C.V. subpar. (%)				9,30

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

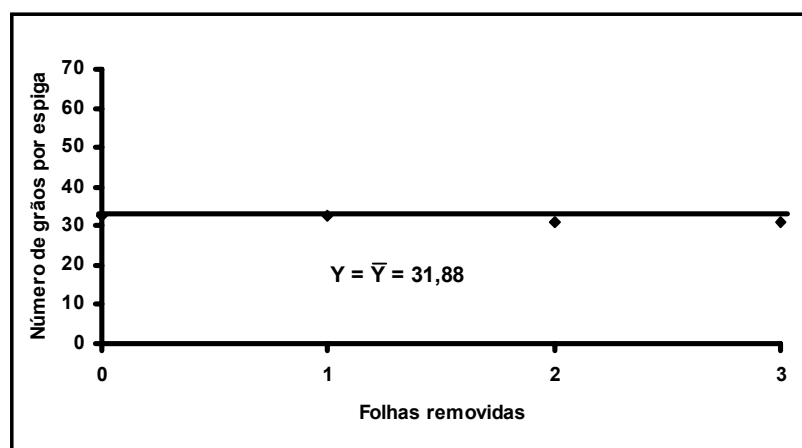


Figura 5 – Efeito da desfolha sobre o número de grãos por espiga em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Houve efeito significativo de variedade para a variável biomassa seca do colmo, diferença não evidenciada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Quadro 6). Observou-se que a queda nos valores para essa característica, com a desfolha, foi mais acentuada para a variedade BR 24 quando se comparou com a testemunha. Isso indica que essa variedade utilizou muito mais reservas na situação de estresse. A contribuição relativa das reservas do colmo para o enchimento de grãos em trigo varia entre condições experimentais e cultivares usados. Em revisão realizada por Blum (1998), constatou-se que essas contribuições foram estimadas entre 6 e 100% .

Pela análise de variância da regressão constatou-se efeito linear decrescente com o aumento da desfolha sobre a biomassa seca do colmo (Figura 6). Isso demonstra o menor acúmulo de biomassa no colmo, ou ainda, maior translocação de reservas para a formação do grão com o estresse provocado pela desfolha, que levou à diminuição da fotossíntese atual. Reservas do caule, potencialmente, oferecem uma poderosa fonte para o enchimento do grão sob qualquer tipo de estresse que possa prejudicar a assimilação naquele momento, conforme citado por Fokar *et al.* (1998) e Tahir e Nakata (2005).

A variedade BRS 207 apresentou maior biomassa seca da palha da espiga (Quadro 7). Como esta variedade apresentou maior número de espigas por parcela, era esperado que também tivesse maior biomassa seca da palha da espiga na parcela. Aqui também se observou que a variedade

BR 24 mostrou maior diferença entre os valores da testemunha e da remoção de até três folhas, indicando maior utilização de reservas da espiga em decorrência do estresse.

Quadro 6 – Resultados médios de biomassa seca do colmo de trigo (g/parcela). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	320,05	353,70	426,34	366,69
1	322,60	374,34	348,61	348,51
2	296,31	297,14	322,71	305,39
3	272,38	287,98	278,06	279,47
Média	302,83 A	328,29 A	343,93 A	325,02
C.V. par. (%)				9,99
C.V. subpar. (%)				10,89

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

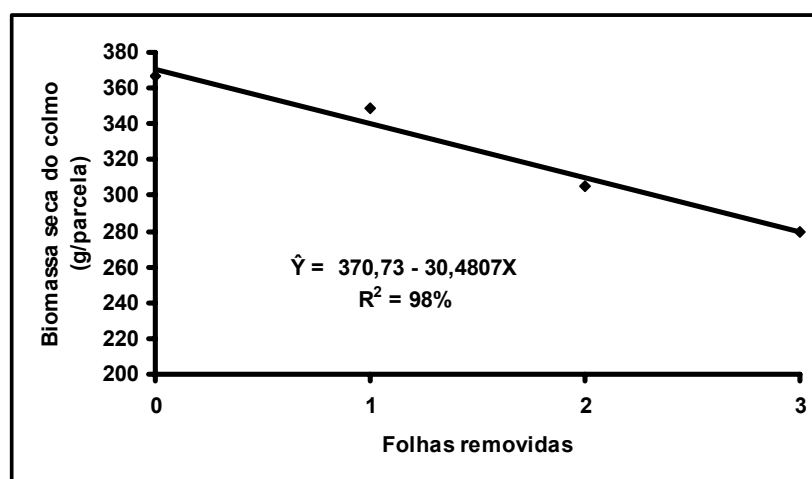


Figura 6 – Efeito da desfolha sobre a biomassa seca do colmo em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Assim como para as outras variáveis, houve queda linear da biomassa seca da palha da espiga com o aumento da desfolha (Figura 7). Provavelmente ocorreu maior remobilização de assimilados dos componentes das espigas (que são tecidos fotossintetizantes) com a remoção das folhas, para suprir a demanda de fotoassimilados durante a fase de enchimento dos grãos.

A biomassa seca total é o somatório da biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga e biomassa seca do grão. Considerando

que a variedade BRS 207 apresentou maiores valores para a maioria dos componentes, apresentou também maior biomassa seca total (Quadro 8).

Quadro 7 – Resultados médios de biomassa seca da palha da espiga de trigo (g/parcela). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	91,60	116,03	71,06	92,90
1	97,21	122,63	63,44	94,43
2	92,88	103,42	64,39	86,89
3	93,99	104,44	51,07	83,17
Média	93,92 B	111,63 A	62,49 C	89,35
C.V. par. (%)				9,77
C.V. subpar. (%)				12,45

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

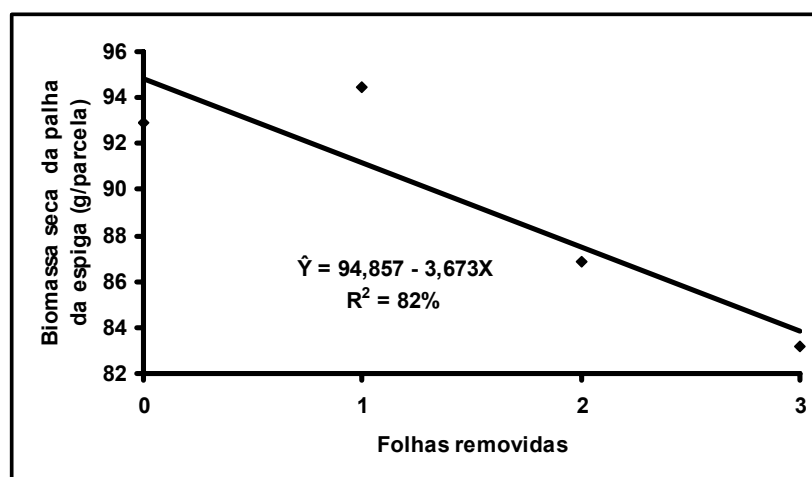


Figura 7 – Efeito da desfolha sobre a biomassa seca da palha da espiga em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Observou-se, de forma ainda mais evidente, a redução dos valores, com o aumento do nível de desfolha, quando comparados à testemunha, para a variedade BR 24, podendo-se sugerir que essa variedade foi a que mais remobilizou reservas, sob desfolha, para atender a demanda durante a fase de enchimento de grãos, embora não tenha sido eficiente em suportar o estresse sem queda no rendimento de grãos. O fato de a BR 24 ser uma variedade sem aristas em suas espigas, pode ter contribuído para a maior remobilização de biomassa de outras partes da planta, visto que as aristas contribuem para a produção e acúmulo de fotoassimilados pela planta de

trigo. A variedade Anahuac mostrou-se mais eficiente na utilização das reservas em situação de estresse, característica desejável quando se busca estabilidade de produção em diversas condições ambientais.

Em situação de estresse ocorrerá maior contribuição de outras partes da planta, que não da folha, para suprir a deficiência de assimilados e compensar a queda da fotossíntese atual durante o enchimento de grãos, o que provocou a queda linear dos valores de biomassa seca do colmo por parcela, indicado pelo gráfico de regressão (Figura 8).

Quadro 8 – Resultados médios de biomassa seca total de plantas de trigo (g/parcela). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	664,75	780,57	722,54	722,62
1	664,69	818,60	605,54	696,28
2	609,49	648,38	573,48	610,45
3	570,30	632,16	498,43	566,96
Média	627,31 B	719,93 A	600,00 B	649,08
C.V. par. (%)				9,77
C.V. subpar. (%)				11,42

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

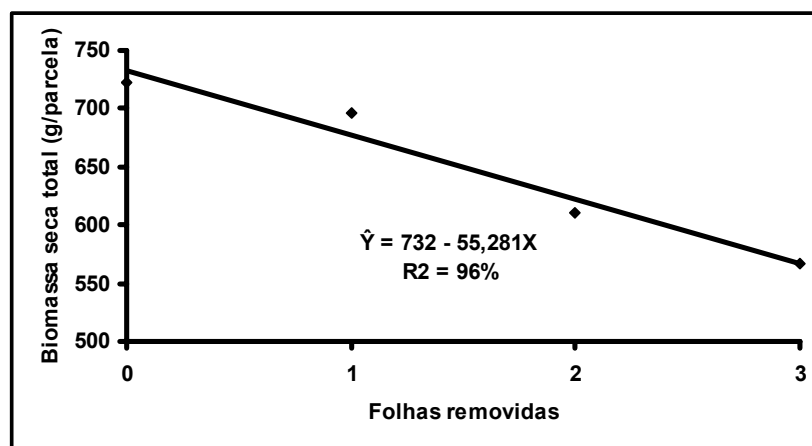


Figura 8 – Efeito da desfolha sobre a biomassa seca total em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Houve queda linear no rendimento de grãos por espiga com o aumento da desfolha (Quadro 9).

A variedade BRS 207 apresentou maior rendimento por espiga, confirmando o maior rendimento dessa variedade. Isso reduziu a possibilidade de que a superioridade destes valores tenha se dado pelo maior estande de plantas. A variedade Anahuac que não apresentou diferença de rendimento em relação à BR 24 na avaliação por parcela, apresentou maior rendimento que esta na avaliação por espiga.

Pela análise de regressão constatou-se significância para o efeito de desfolha sobre o rendimento de grãos por espiga, o que diminuiu linearmente para as variedades com o aumento desta (Figura 9).

Quadro 9 – Resultados médios de rendimento de grãos por espiga e trigo (mg/espiga). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	1352,29	1412,23	1268,14	1344,22
1	1249,32	1366,17	1160,96	1258,82
2	1061,11	1140,84	1116,60	1106,18
3	1020,12	1056,38	1086,63	1054,38
Média	1170,71 B	1243,90 A	1158,09 C	1190,90
C.V. par. (%)				8,85
C.V. subpar. (%)				9,47

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

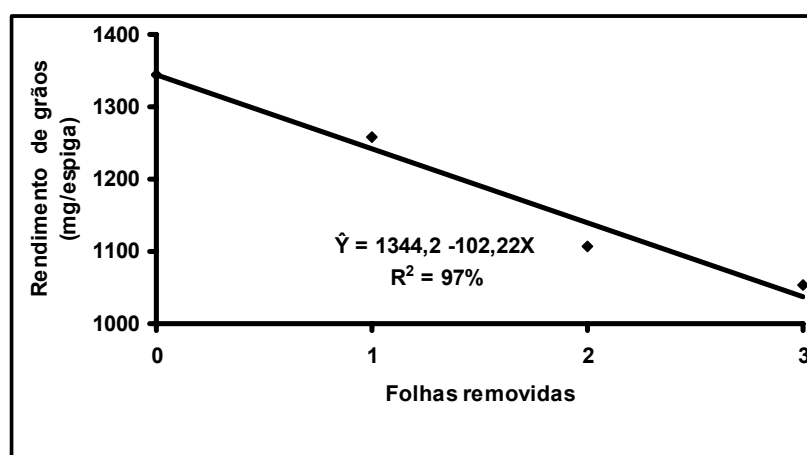


Figura 9 – Efeito da desfolha sobre o rendimento de grãos por espiga em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Houve significância para o efeito de variedade para a característica biomassa seca do colmo por individual e o teste de médias diferenciou a variedade BR 24 como a de maior valor (Quadro 10), diferindo das demais

variedades. Comparando-se a testemunha com a remoção de até três folhas, a BR 24 foi a variedade que apresentou diminuição mais acentuada de biomassa seca do colmo individual, apesar de apresentar maiores médias em todos os níveis de desfolha. Isso demonstra grande capacidade de acúmulo de reservas e de remobilização de assimilados para a fase de enchimento de grãos. Entretanto, essa capacidade não compensou a diminuição da produção fotoassimilados, para evitar a queda no rendimento. Em três anos de estudos, Gent (1994) estimou que a respiração da planta e o acúmulo de matéria seca no grão foram drenos aproximadamente iguais para os fotoassimilados e, juntos, foram maiores do que a fotossíntese durante o enchimento de grão, realçando a importância das reservas do colmo nessa fase.

A reta em declínio linear evidenciou o efeito de desfolha na redução da biomassa seca do colmo com o aumento da desfolha, indicando a remobilização de reservas a partir da fase de maior demanda de fotoassimilados para o enchimento dos grãos (Figura 10).

Assim como na avaliação por parcela, a variedade BR 24 apresentou menor biomassa seca da palha da espiga (Quadro 11), quando se considerou apenas a espiga individualmente. A variedade BRS 207 que apresentou maior biomassa seca da palha da espiga por parcela, também apresentou altos valores para essa característica quando a avaliação foi feita por espiga, não diferindo da variedade Anahuac.

Quadro 10 – Resultados médios de biomassa seca do colmo individual de trigo (mg/colmo). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	1486,82	1398,99	2087,47	1657,76
1	1430,54	1381,88	1831,44	1547,95
2	1240,47	1190,26	1680,82	1370,52
3	1194,74	1104,89	1559,54	1286,39
Média	1338,14 B	1269,01 B	1789,82 A	1465,66
C.V. par. (%)				9,98
C.V. subpar. (%)				6,54

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

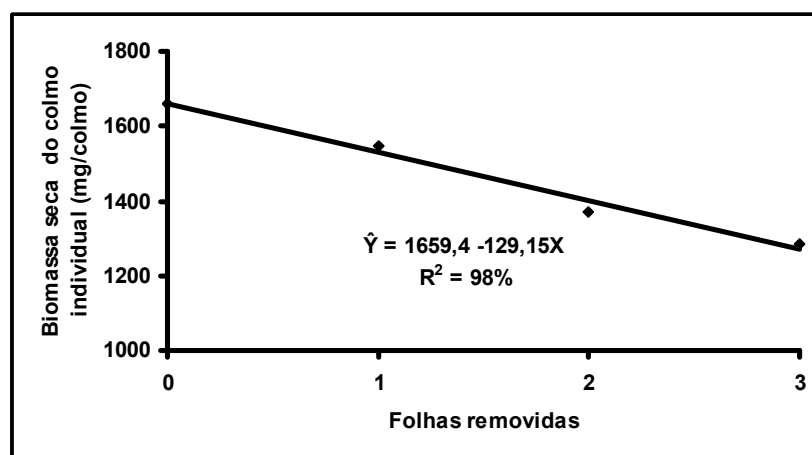


Figura 10 – Efeito da desfolha sobre a biomassa seca do colmo individual em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Com o aumento da desfolha, ocorreu a diminuição da biomassa seca da palha da espiga (Figura 11) sugerindo que as reservas dos componentes da espigas também são utilizadas para suprir a demanda do dreno por reservas de diferentes partes da planta em situação de estresse.

O maior valor de biomassa seca total por planta individual para a variedade BR 24 (Quadro 12) deu-se principalmente pela contribuição da biomassa seca do colmo individual, pois a variável biomassa seca total por planta individual é o somatório da biomassa seca do colmo individual, biomassa seca da espiga individual e biomassa seca da semente. Essa variedade apresentou menores valores para rendimento por espiga e também para biomassa seca da palha da espiga individual. Isso confirma o fato de ser essa variedade, entre as três, a que tem maior capacidade de acumular reservas no colmo. Também foi essa a variedade que mais remobilizou reservas durante a fase de enchimento de grãos. Mesmo com essa característica, apresentou menor rendimento de grãos por espiga quando comparada às outras variedades.

Assim como os resultados de biomassa seca total por parcela, a análise de regressão indicou queda de biomassa seca total por planta individual com a desfolha (Figura 12). Quanto mais material fotossintetizante é retirado da planta, maior será a remobilização para atender a demanda do dreno e compensar a diminuição da contribuição pela fotossíntese atual.

Quadro 11 – Resultados médios de biomassa seca da palha da espiga individual (mg/espiga). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	426,80	458,14	348,47	411,14
1	431,25	453,63	333,24	406,04
2	388,84	413,99	335,14	379,32
3	411,48	401,35	288,20	367,01
Média	414,59 A	431,78 A	326,26 B	390,88
C.V. par. (%)				6,18
C.V. subpar. (%)				9,24

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

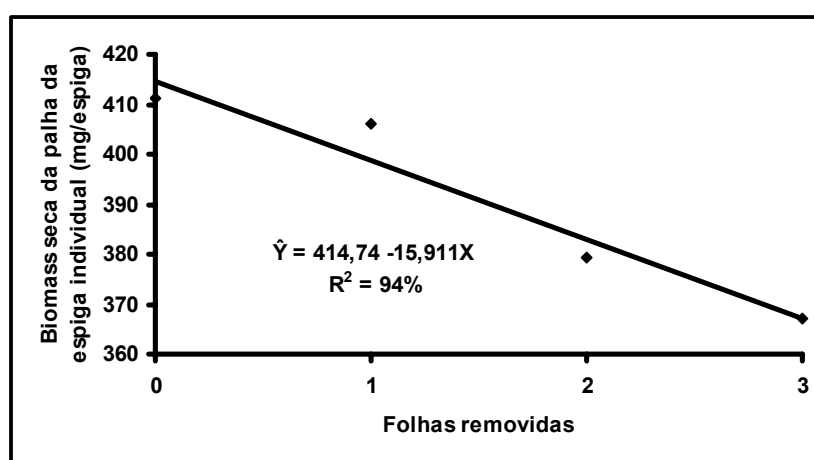


Figura 11 – Efeito da desfolha sobre a biomassa seca da palha da espiga individual em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

Segundo Taiz e Zeiger (2004) a interferência nas rotas de translocação provocada por algum tipo de estresse, pode alterar os padrões estabelecidos por proximidade e conexões. A plasticidade da rota de translocação depende da extensão das conexões entre os feixes vasculares e das espécies e órgãos estudados. A compreensão do processo de partição permite que os especialistas em melhoramento vegetal selecionem e desenvolvam variedades que apresentam transporte melhorado para as porções comestíveis da planta.

A adaptação conduz a planta a uma harmonização e otimização do trabalho (Larcher, 2000). Os padrões de comportamento de uma planta fixados geneticamente incluem não somente as reações imediatas em função das mudanças dos fatores externos, mas especialmente a extensão de sua capacidade de adaptação às condições predominantes no ambiente

e até mesmo às situações de estresse. Uma grande aptidão para a adaptação aumenta a eficiência fotossintética e assegura a produção de fotoassimilados por um período mais longo sob diferentes circunstâncias.

Quadro 12 – Resultados médios de biomassa seca total por planta individual (mg). Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	3090,09	3085,78	3539,23	3238,37
1	2948,72	3024,08	3174,72	3049,17
2	2552,47	2596,79	2987,40	2712,22
3	2495,79	2425,28	2793,12	2571,40
Média	2771,77 B	2782,98 B	3123,62 A	2892,79
C.V. par. (%)				6,81
C.V. subpar. (%)				7,30

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

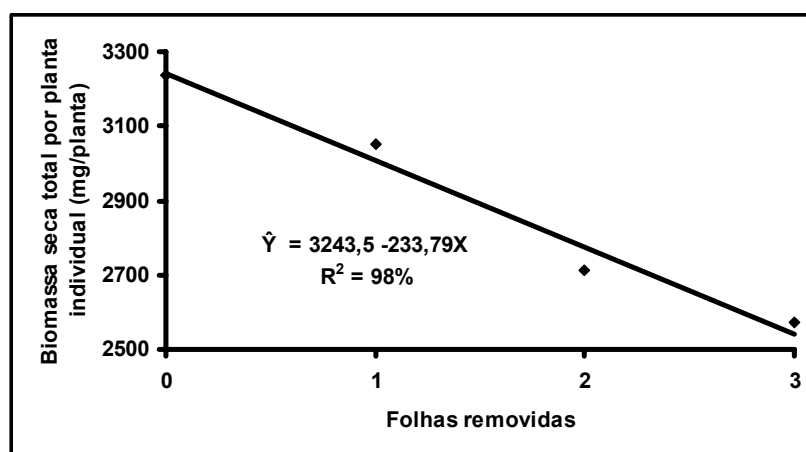


Figura 12 – Efeito da desfolha sobre a biomassa seca total por planta individual em variedades de trigo. Viçosa, 2004.

No processo de melhoramento genético de trigo, é necessário considerar, na escolha dos parentais, aspectos relacionados ao objetivo final. Uma variedade pode apresentar alto rendimento, mas baixo peso hectolítrico, ou peso de mil grãos. Se o objetivo for obter variedades com grãos de alta densidade e com maior rendimento industrial, deve-se buscar a introdução dessa característica em germoplasma com alto rendimento.

Em decorrência da grande dependência da importação do trigo para atender a demanda nacional, dadas as limitações de clima nas diversas regiões do Brasil, e levando em consideração os iminentes riscos que as

mudanças climáticas globais podem provocar, faz-se necessário buscar fonte de genes que permitam maior capacidade de tolerância ou adaptação em diferentes situações de estresse, para que o melhoramento do trigo seja direcionado de forma eficiente.

## **CONCLUSÕES**

- A desfolha da planta afetou negativamente o rendimento, o peso hectolítrico, e o peso de mil grãos nas variedades de trigo estudadas.
- A biomassa seca do colmo, da palha da espiga e total, diminuiu com os níveis de desfolha.
- Entre as variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24, a Anahuac mostrou maior capacidade de manter o rendimento, com menor remobilização de fotoassimilados, sob estresse de desfolha.
- A variedade BR 24 apresentou maior remobilização de fotoassimilados para o enchimento de grãos com a desfolha.
- Os genótipos de trigo diferenciaram-se em relação às características agronômicas avaliadas.

## REFERÊNCIAS

- AL-KHATIB, K.; PAULSEN, G.M. Mode of high temperature injury two wheat during grain development. **Physiologia Plantarum**, v.61, p.363-368, 1984.
- AL-KHATIB, K.; PAULSEN, G.M. Photosynthesis and productivity during high temperature stress of wheat genotypes from major world regions. **Crop Science**, v.30, p.1127-1132, 1990.
- ASSENG, S.; van HERWAARDEN, A.F. Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. **Plant an Soil**, v.256, p.217-229, 2003.
- BLUM, A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. **Euphytica**, v.100, p.77-83, 1998.
- FOKAR, M.; BLUM, A.; NGUYEN, H.T. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. **Euphytica**, v.104, p.9-15, 1998.
- FRANCO, F. A.; CARVALHO, F. I. F. Progresso genético no rendimento do trigo e sua associação com diferentes caracteres sob variações ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.3, p.311-321, 1987.
- GAZZONI, D. L. **Avaliação de efeito de três níveis de desfolhamento aplicados em quatro estádios de crescimento de dois cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), sobre a produção e a qualidade do grão**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1974. 70p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- GENT, M. P. N. Photosyntate reserves during grain filling in winter wheat. **Agronomy Journal**, v.86, p.159-167, 1994.
- GOULART, A.C.P. Perdas em trigo causadas pela brusone. In: <http://www.ufv.br/dfp/workshop/Resumos/Perdas%20trigo%20brusone.pdf> (visitada em 08/07/2005).

- LARCHER, W. O balanço de carbono nas plantas. In: LARCHER, W. (ed.) **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. p.69-182.
- PALTA, J.A.; KOBATA, T.; TURNER, M.C.; FILLEY, I.R. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficits. **Crop Science**, v.34, p.118-124, 1994.
- PLAUT, Z.; BUTOW, B.J.; BLUMENTHAL, C.S.; WRIGLEY, C.W. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. **Field Crops Research**, v.86, n.2-3, p.185-198, 2004.
- RICHARDS, R.A. Manipulation of leaf area and its effects on grain yield in droughted wheat. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.34, p.23-31, 1983.
- SANTOS, F.F. **Efeito do nível de desfolha na produção de grãos e em outras características agronômicas de duas variedades de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*)**. Viçosa: UFV. 1980, 37p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- SAWHNEY, V; SINGH, D.P. Effect of chemical desiccation at the post-anthesis stage on some physiological and biochemical changes in the flag leaf of contrasting wheat genotypes. **Field Crops Research**, v.77, p.1-6, 2002.
- SAYRE, K. D.. **Fórmulas usadas para los componentes do rendimento**. Análisis del programa de producción de CIMMYT, 1993. n.p. (Mimeo.).
- TAHIR, I.S.A.; NAKATA, N. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.191, n.2, p.106-115. 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Bioquímica e metabolismo. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (ds.) **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre:Artmed, 2004. p.137-334.
- van HERWAARDEN, A.F.; RICHARDS, R.A.; FARQUHAR, G.D.; ANGUS, J.F. 'Haying-off', the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertilizer. III. The influence of water deficit and heat shock. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.49, p.1095-1110, 1998.

## CAPÍTULO 2

### **ANÁLISE DE TRILHA PARA COMPONENTES DE RENDIMENTO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE TRIGO SOB DESFOLHA**

**RESUMO** – O estudo dos componentes de rendimento e dos caracteres da planta que contribuem para o rendimento de grãos é de grande importância para o melhoramento genético do trigo. A análise de correlação simples pode não fornecer o completo entendimento da importância de cada componente em determinar o rendimento de grãos. A análise de trilha é uma ferramenta eficiente de fracionamento do coeficiente de correlação em caminhos unidirecionais e alternativos, fornecendo informações mais detalhadas sobre o relacionamento entre as variáveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar as associações entre componentes de rendimento e caracteres da planta, com rendimento de grãos, em genótipos de trigo sob desfolha. Foram estudadas as variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24. O experimento foi instalado no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia, no campus da Universidade Federal de Viçosa, em maio de 2004, em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de três níveis de desfolha e uma testemunha, sem desfolha, para cada variedade. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada do limbo da folha bandeira, da segunda e terceira folhas superiores. A colheita foi feita manualmente, com o corte das plantas rente ao solo. Foram avaliados os caracteres: rendimento de grãos, peso hectolítrico, peso de mil grãos, número de espigas por parcela, número de grãos por espiga, biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga, biomassa seca total, rendimento de grãos por espiga, biomassa seca do colmo individual, biomassa seca da palha da espiga individual e biomassa seca total por planta individual. Posteriormente, procedeu-se à análise de trilha. Concluiu-se que a redução da biomassa seca do colmo influenciou positivamente o rendimento de grãos sob estresse de desfolha. O peso de mil grãos e o número de grãos por espiga foram os principais

componentes de rendimento para as variedades estudadas sob desfolha. A seleção direta para esses caracteres pode ser considerada estratégia eficiente para aumentar o rendimento de grãos para situações de estresse de desfolha.

## INTRODUÇÃO

Em programas de melhoramento de plantas cultivadas, cujo objetivo é a produção de grãos, os melhoristas procuram obter genótipos com maior capacidade de rendimento. O rendimento de grãos, como produto final, resulta da interação de diversos fatores genéticos fisiológicos e, portanto, não pode ser considerado isoladamente (Souza, 1985).

Correlações entre o rendimento de grãos e seus componentes primários têm sido objeto de estudo de vários trabalhos em diversas culturas. O rendimento de grãos de várias culturas tem sido descrito como produto de vários componentes de rendimento (Dewey e Lu, 1959; Franco e Carvalho, 1989; Nedel, 1994). Em cereais, com uma população de plantas constante, o rendimento de grãos pode ser obtido principalmente pelo produto de três componentes principais: número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão, e esses três componentes, até certo limite, variam independentemente um do outro.

A importância da correlação entre caracteres no melhoramento genético reside no fato de se poder avaliar o quanto da alteração de um caráter pode afetar os demais no decurso da seleção (Santos *et al.*, 2000).

Nos programas de melhoramento genético a correlação entre as variáveis é importante quando se deseja realizar a seleção simultânea entre as características ou quando o caráter de interesse apresenta baixa herdabilidade ou difícil mensuração ou identificação. Para a solução desse problema, utiliza-se a seleção com base em uma característica de fácil avaliação que está altamente correlacionada com a variável de difícil seleção. Utiliza-se a correlação entre caracteres, pois, por meio do conhecimento da magnitude do desempenho de uma característica, pode-se avaliar a influência sobre a outra característica. Porém, podem ocorrer alguns equívocos nas estratégias de seleção das características avaliadas a

partir da quantificação da magnitude das correlações entre as variáveis. A alta correlação entre dois caracteres pode ser resultado do efeito de um terceiro sobre eles, ou de um grupo de caracteres (Cruz e Regazzi, 1997). Assim, apesar da utilidade dessas estimativas no entendimento de um caráter complexo como o rendimento de grãos, elas não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas desses caracteres que compõem o rendimento de grãos.

Para entender melhor as associações entre diferentes caracteres, Wright (1921) propôs um método de desdobramento das correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre uma variável básica. Este método é denominado análise de trilha, análise de caminho ou análise de caminhamento. Dewey e Lu (1959) foram os primeiros pesquisadores a utilizar esta metodologia em plantas e destacam que os métodos de correlação linear e regressão múltipla foram os primeiros métodos a serem utilizados nas análises de componentes de rendimento. No entanto, a análise de trilha pode detectar alguns efeitos diretos ou indiretos que atuam sobre o rendimento, que produzem associações particulares.

O sucesso da análise de trilha reside basicamente na formulação do relacionamento causa-efeito entre as variáveis (Schuster, 1996). Além disso, o desdobramento de correlações é dependente do conjunto de caracteres estudados, que normalmente é estabelecido pelo conhecimento prévio do pesquisador de sua importância e de possíveis inter-relações expressas em diagramas de trilha (Cruz e Regazzi, 1994).

O ambiente influencia a relação entre os componentes de rendimento. Denčić *et al.* (2000), avaliando o rendimento de trigo e seus componentes em condições ótimas de cultivo e sob estresse hídrico, verificaram, pela análise de trilha, que para cultivares sob condições próximas do ótimo, não houve associação direta significativa das características analisadas com produção, enquanto que sob condições de estresse, o número de grãos por espiga teve efeito direto positivo e significativo.

Situações de estresse e injúrias foliares podem levar a alteração na redistribuição de fotoassimilados, alterando a relação fonte-dreno. Pesquisas direcionadas ao estudo dessa relação são importantes para o conhecimento do funcionamento da partição de assimilados na planta, pois, através de

alterações no balanço fonte-dreno, ocorrerão mudanças nos padrões de distribuição que podem levar à compensação ou prejuízos no desenvolvimento e na produção da planta. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as associações entre componentes de rendimento e caracteres da planta com o rendimento de grãos determinando os efeitos diretos e indiretos desses componentes em genótipos de trigo sob desfolha.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas as variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24, obtidas junto ao banco de germoplasma do programa de melhoramento de trigo da UFV. Antes da semeadura foi realizado teste de germinação para correção da população de plantas nas parcelas. O experimento foi instalado no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello do Departamento de Fitotecnia, no campus da Universidade Federal de Viçosa, em 26 de maio de 2004. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas. Os tratamentos constituíram-se de três variedades (na parcela) e três níveis de desfolha e uma testemunha, sem desfolha, para cada variedade (na subparcela), com quatro repetições. Cada unidade experimental constituiu-se de quatro linhas de um metro de comprimento e espaçamento de 20 cm entre linhas, em uma densidade de 350 plantas/m<sup>2</sup>. Foi feito o controle de plantas daninhas com o uso de Metsulfurom Metyl, na dose de 4 g/ha, e a aplicação do fungicida Tebuconazole, na dose de 750 mL/ha, para evitar danos por doenças. O ensaio foi conduzido sob irrigação. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada da bainha da folha bandeira, da Segunda e terceira folhas superiores. A colheita foi feita manualmente, com o corte das plantas rente ao solo, entre 23 e 25 de setembro de 2004.

As variedades Anahuac e BRS 207 são de regime de cultivo irrigado, de porte baixo e possuem espigas com aristas. A variedade BR 24 é indicada para cultivo em regime de sequeiro, porte alto e espigas sem aristas.

Foram avaliados os seguintes caracteres: rendimento de grãos (RG), peso hectolítrico (PH), peso de mil grãos (PMG), número de espigas por

parcela (NE), número de grãos por espiga (GE), biomassa seca do colmo (BSC), biomassa seca da palha de espiga (BSE), biomassa seca total (BST), rendimento de grãos por espiga (RGE), biomassa seca do colmo individual (BSCI), biomassa seca da palha da espiga individual (BSEI) e biomassa seca total por planta individual (BSTI). As análises de correlação de Pearson e de caminamento (Path Analysis) foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 2001). Para as análises foram consideradas as quatro repetições de cada nível de desfolha, em um total de 16 observações para cada variável analisada.

### **Rendimento de grãos (g/parcela)**

Obtido pela pesagem do total de grãos por parcela. O peso obtido foi ajustado para 13% de umidade.

### **Peso hectolítrico (Kg/hL)**

Nos grãos limpos e secos foi feita a determinação dessa característica, em balança própria, e os valores obtidos, transformados em  $\text{kg.hL}^{-1}$ , com o auxílio de uma tabela de equivalência.

### **Peso de mil grãos (g)**

Obtido pela pesagem de mil grãos em cada amostra, feita em balança de precisão de 0,01 g.

### **Número de espigas**

Determinação feita pela contagem do número total de espigas por parcela após a colheita.

### **Número de grãos por espiga**

Determinado de forma indireta, em função do peso de mil grãos, número de espigas por parcela e pelo rendimento de grãos por parcela.

### **Biomassa seca do colmo por parcela (g/parcela)**

Obtida pela pesagem do total de plantas depois de retirada a espiga, de cada parcela, colhidas e secas em estufa por 48 horas a 75°C, de acordo com SAYRE (1993).

### **Biomassa seca da palha de espiga por parcela (g/parcela)**

As espigas retiradas de todas as plantas de cada parcela foi passada em peneira para a retirada dos grãos e, posteriormente, a palha foi seca em estufa por 48 horas, a 72°C.

### **Biomassa seca total (g/parcela)**

Obtida pela soma da biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga e da semente a 0% de umidade, de cada parcela.

### **Rendimento de grãos por espiga (mg/espiga)**

Obtido de forma indireta pelo peso do total de grãos por parcela, ajustado para 13% de umidade, dividido pelo número de espigas da parcela.

### **Biomassa seca do colmo individual (mg/colmo)**

Obtida pela divisão do valor da biomassa seca do colmo por parcela pelo número de espigas por parcela.

### **Biomassa seca da palha de espiga individual (mg/espiga)**

Obtida pela divisão do valor da biomassa seca da palha da espiga por parcela pelo número de espigas por parcela.

### **Biomassa seca total por planta individual (mg/planta)**

Obtida pela divisão do peso da biomassa seca total por parcela pelo número de espigas por parcela.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente foi feita a análise de trilha com os dados por parcela, onde o rendimento de grãos foi considerado como variável básica. O peso hectolítrico, peso de mil grãos, biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga, biomassa seca total, número de espigas e número de

grãos por espigas, foram considerados as variáveis primárias ou variáveis explicativas.

De modo geral, as análises de trilha não têm considerado os efeitos adversos da multicolinearidade sobre os estimadores de quadrados mínimos, adotados para resolução dos sistemas de equações. Dessa forma, os resultados obtidos podem não ser confiáveis (Carvalho, 1994). Assim, optou-se por fazer a avaliação de multicolinearidade, de acordo com o sugerido por Cruz e Regazzi (1997), onde foi detectada multicolinearidade severa para a variável biomassa seca total por parcela. Essa variável foi eliminada e procedeu-se novamente a análise. Os resultados encontram-se no Quadro 1, onde são descritos os efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre o rendimento de grãos por parcela, assim como os valores de correlação entre as variáveis.

Foi observada correlação alta, positiva e significativa entre a variável peso hectolítrico e rendimento de grãos sob desfolha. O efeito direto dessa variável foi muito baixo, sendo expressivo o seu efeito indireto via peso de mil grãos, via número de grãos por espiga e via número de espigas. Os altos valores dos efeitos indiretos foram os responsáveis pela alta correlação observada entre peso hectolítrico e rendimento de grãos. O peso hectolítrico não tem sido considerado entre os principais componentes de rendimento em estudos com trigo, enquanto que as variáveis peso de mil grãos, número de grãos por espigas e número de espigas, na maioria dos trabalhos feitos com trigo, têm mostrado ser as variáveis mais importantes relacionadas ao rendimento.

A variável peso de mil grãos apresentou correlação positiva e significativa com rendimento de grãos. Resultados semelhantes foram encontrados por Bhutta *et al.* (2005), que estudaram as relações de causa e efeito de componentes de rendimento em trigo e observaram alta correlação positiva dessa variável com o rendimento de grãos. A quase totalidade do valor da correlação deveu-se ao efeito direto dessa variável, mostrando ser essa, uma das mais importantes características quando se deseja selecionar para rendimento de grãos.

Quadro 1- Estimativas dos efeitos diretos e indiretos e correlação entre a variável rendimento de grãos (RG) e as variáveis peso hectolétrico, peso de mil grãos, biomassa seca do colmo, biomassa seca da palha da espiga, número de espigas e número de grãos por espiga

<b>Efeitos</b>	<b>Efeito direto</b>	<b>Efeito indireto</b>	<b>Coefic de correlação</b>
<i>Peso hectolétrico (PH)</i>			
direto sobre RG	0,051	-	-
indireto via PMG	-	0,465	-
indireto via BSC	-	-0,019	-
indireto via BSE	-	0,030	-
indireto via NE	-	0,116	-
indireto via GE	-	0,261	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,904**
<i>Peso de mil grãos (PMG)</i>			
direto sobre RG	0,539	-	-
indireto via PH	-	0,044	-
indireto via BSC	-	-0,015	-
indireto via BSE	-	0,018	-
indireto via NE	-	-0,022	-
indireto via GE	-	0,153	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,716**
<i>Biomassa seca do colmo por parcela (BSC)</i>			
direto sobre RG	-0,021	-	-
indireto via PH	-	0,047	-
indireto via PMG	-	0,401	-
indireto via BSE	-	0,035	-
indireto via NE	-	0,199	-
indireto via GE	-	0,309	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,971**
<i>Biomassa seca da palha da espiga por parcela (BSE)</i>			
direto sobre RG	0,042	-	-
indireto via PH	-	0,036	-
indireto via PMG	-	0,235	-
indireto via BSC	-	-0,017	-
indireto via NE	-	0,242	-
indireto via GE	-	0,343	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,883**
<i>Número de espigas por parcela (NE)</i>			
direto sobre RG	0,361	-	-
indireto via PH	-	0,016	-
indireto via PMG	-	-0,033	-
indireto via BSC	-	-0,011	-
indireto via BSE	-	0,028	-
indireto via GE	-	0,216	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,578*
<i>Número de grãos por espiga (GE)</i>			
direto sobre RG	0,398	-	-
indireto via PH	-	0,033	-
indireto via PMG	-	0,207	-
indireto via BSC	-	-0,016	-
indireto via BSE	-	0,036	-
indireto via NE	-	0,196	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,855**
Efeito da var. residual	0,084	0,022	0,048

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O peso de mil grãos também afeta o rendimento de forma positiva via número de grãos por espiga. O rendimento é afetado de forma negativa, mas de pequena magnitude, pela variável peso de mil grãos via número de espigas, o que pode ter ocorrido em virtude de competição entre plantas por nutrientes para suprir a demanda de assimilados em situação de estresse de desfolha. No Brasil, ensaios com cultivares e linhagens de trigo, indicam que o rendimento de grãos está significativamente associado ao peso de mil grãos (Tavella *et al.*, 1987).

Observou-se que todas as variáveis apresentaram efeito indireto baixo e negativo sobre o rendimento de grãos, via biomassa seca do colmo. Essa variável mostrou alta correlação, positiva e significativa com rendimento de grãos, mas o seu efeito direto foi pequeno e negativo, sugerindo que quando se efetua a desfolha a diminuição da biomassa seca do colmo pode levar a ganhos no rendimento de grãos, em virtude da remobilização de assimilados do colmo para atender a demanda durante a fase de enchimento de grãos. Essa capacidade de translocar reservas de outras partes da planta, que não das folhas, durante a fase em que a demanda é alta, é uma característica desejável do ponto de vista de produtividade e é uma característica que tem sido buscada no melhoramento do trigo.

Ocorreu alta correlação positiva e significativa entre biomassa seca da palha da espiga e rendimento de grãos. Mas observou-se que o efeito direto foi inexpressivo, sendo as variáveis peso de mil grãos, número de grãos por espiga e número de espigas, as responsáveis pela alta correlação, em virtude de seus efeitos indiretos, confirmando a relevância dessas características para o rendimento de grãos na condição de estresse simulada neste estudo. Isso justifica, também, porque apenas o estudo de correlação não seria eficiente na seleção de características durante o processo de melhoramento genético de plantas.

As bases fisiológicas para aumento na produção de biomassa total estão normalmente relacionadas com a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa e a eficiência da sua conversão em biomassa (Gifford *et al.*, 1984). Dessa forma, nas condições onde freqüentemente ocorre estresse durante o cultivo do trigo, a melhor forma de incrementar o rendimento de grãos poderia ser através do aumento da eficiência de

conversão da radiação em biomassa, como sugerido por Deckerd *et al.* (1985). No presente trabalho, observou-se no estudo de correlação, que a biomassa da parte aérea foi um dos principais caracteres da planta relacionado ao aumento do rendimento de grãos, entretanto na análise de trilha sua importância foi secundária. A esse respeito, Okuyama (2004) afirma que o estudo mais detalhado das relações obtidas pela análise de trilha mostra que a relação entre rendimento de grãos e seus componentes são bastante diferentes daquelas apresentadas pela análise de correlação simples. A aparente divergência ocorre devido a abordagem analítica. Enquanto a correlação simples identifica as associações mútuas entre as características, a análise de trilha permite a determinação da magnitude relativa de cada efeito.

Ocorreu correlação positiva e significativa de número de espigas por parcela e rendimento de grãos. A magnitude do valor de correlação deveu-se principalmente pelo efeito direto dessa variável, mostrando ser ela importante para o rendimento. Observou-se também efeito de número de espigas no rendimento via efeito indireto de número de grãos por espiga. Segundo Blue *et al.* (1990), sob condições de estresse, que resultam em baixo perfilhamento, o peso de grãos é extremamente importante na determinação do rendimento, enquanto que sob condições ideais para o perfilhamento, o número de espigas é o mais importante componente de rendimento.

O alto valor positivo e significativo da correlação entre número de grãos por espiga e rendimento, deveu-se principalmente pelo seu efeito direto, sendo esta variável, também considerada um dos principais componentes do rendimento para a cultura do trigo. O número de grãos também afetou o rendimento de forma positiva via efeito indireto de peso de mil grãos e via número de espigas, confirmando serem essas variáveis as que mais influenciam o rendimento em situação do estresse simulada pela desfolha. Resultados semelhantes foram obtidos por Okuyama *et al.* (2004), estudando a relação dos componentes de rendimento de trigo irrigado e não irrigado. Entre os componentes do rendimento, o número de grãos por unidade de área parece estar mais associado com o rendimento de grãos (Fischer, 1986). O número de grãos por metro quadrado está relacionado

com a capacidade da planta em acumular massa seca e particioná-la às estruturas reprodutivas em pré-antese (Rodrigues, 2002).

Também foi feita a análise de trilha com os dados por planta individual, onde o rendimento de grãos por espiga foi considerado a variável básica e as variáveis peso de mil grãos, número de espigas, número de grãos por espigas, biomassa seca do colmo individual, biomassa seca da palha da espiga por planta e biomassa seca total por planta individual, foram consideradas as variáveis primárias ou variáveis explicativas. Foi detectada multicolinearidade severa para a variável biomassa seca total por planta individual. Essa variável foi eliminada e procedeu-se novamente a análise. Os resultados encontram-se no Quadro 2.

Os resultados na avaliação por planta estão coerentes com os resultados por parcela. As variáveis analisadas apresentaram altas correlações positivas e significativas com rendimento de grãos por planta. Apenas a variável número de espigas não apresentou correlação significativa com rendimento por planta, além de contribuir com efeito indireto negativo para o rendimento quando consideradas as outras variáveis. Silva *et al* (2005) avaliando os componentes de rendimentos para trigo, obteve resultados semelhantes e observou que para o caráter número de espigas, com coeficiente de correlação positivo e com efeito direto negativo sobre o rendimento de grãos, que a pressão de seleção intensificada sobre o número de espigas poderá não proporcionar ganhos genéticos satisfatórios no rendimento

O peso de mil grãos foi variável com maior efeito direto e indireto nas análises dos componentes de rendimento em situação de desfolha. O mesmo resultado foi obtido por Souza (1985), estudando correlações e coeficiente de trilha em trigo em diferentes ambientes de Minas Gerais.

A biomassa seca, tanto do colmo como da palha da espiga mostraram alta correlação com o rendimento por planta, mas esses altos valores foram devido aos efeitos indiretos via peso de mil grãos e via número de grãos por espiga, assim como nos resultados observados para rendimento por parcela. A forte associação entre número de grãos por unidade de área e rendimento de grãos, estaria indicando que o fornecimento de assimilados para enchimento dos grãos (capacidade da fonte), em conjunto com as reservas

acumuladas em órgãos vegetativos na fase de pré-antese, foram suficientes para satisfazer a demanda dos grãos em crescimento (capacidade dos destinos) (Rodrigues, 2002). Essa forte associação foi observada no presente estudo, na situação de estresse em que foi conduzido. Segundo Vencovsky e Barriga (1992), quando ocorre uma seleção direta sobre o referido caráter, este será eficiente para melhorar o rendimento de grãos.

Quadro 2- Estimativas dos efeitos diretos e indiretos entre a variável rendimento de grãos por espiga (RGE) e as variáveis peso de mil grãos, número de espigas, número de grãos por espiga, biomassa seca do colmo individual e biomassa seca da palha da espiga individual

	<b>Efeito direto</b>	<b>Efeito indireto</b>	<b>Coefic de correlação</b>
<b>Efeitos</b>		<i>Peso de mil grãos (PMG)</i>	
direto sobre RGE	0,656	-	-
Indireto via NE	-	0,001	-
Indireto via GE	-	0,193	-
Indireto via BSCI	-	0,029	-
Indireto via BSEI	-	0,004	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,883**
		<i>Número de espigas por parcela (NE)</i>	
direto sobre RGE	-0,018	-	-
Indireto via PMG	-	-0,040	-
Indireto via GE	-	0,273	-
Indireto via BSCI	-	0,005	-
Indireto via BSEI	-	0,001	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,220
		<i>Número de grãos por espiga (GE)</i>	
direto sobre RGE	0,502	-	-
Indireto via PMG	-	0,252	-
Indireto via NE	-	-0,010	-
Indireto via BSCI	-	0,021	-
Indireto via BSEI	-	0,005	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,771**
		<i>Biomassa seca do colmo individual (BSCI)</i>	
direto sobre RGE	0,032	-	-
Indireto via PMG	-	0,596	-
Indireto via NE	-	-0,003	-
Indireto via GE	-	0,337	-
Indireto via BSEI	-	0,005	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,968**
		<i>Biomassa seca da palha da espiga por individual (BSEI)</i>	
direto sobre RGE	0,007	-	-
Indireto via PMG	-	0,446	-
Indireto via NE	-	-0,002	-
Indireto via GE	-	0,372	-
Indireto via BSCI	-	0,026	-
Total (cor. Pearson)	-	-	0,848**
Efeito da var. residual	0,054	0,056	0,030

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A biomassa seca do colmo e da palha da espiga tiveram efeitos diretos muito baixo sobre o rendimento, mesmo tendo correlação alta significativa e positiva entre as variáveis. Os altos valores de correlação ocorreram principalmente pelos efeitos indiretos via peso de mil grãos e número de grãos por espiga. Esses resultados ocorreram tanto para a análise por parcela como por planta.

Os resultados do presente estudo sugerem que o peso de mil grãos e o número de grãos podem ser considerados simultaneamente como critério eficiente de seleção para desenvolvimento de cultivares produtivos em situação de estresse, em virtude do efeito direto alto e positivo desses caracteres para o rendimento de grãos.

## **CONCLUSÕES**

- O peso de mil grãos e número de grãos por espiga foram considerados os principais componentes de rendimento para as variedades estudadas sob desfolha.
- O rendimento de grãos em plantas sob estresse de desfolha, foi associado com a redução da biomassa seca do colmo.
- A seleção direta para peso de mil grãos e número de grãos por espiga é estratégia eficiente para aumentar o rendimento de grãos em situação de estresse por perda de área foliar.

## REFERÊNCIAS

- BHUTTA, W.M.; AKHTAR, J.; ANWAR-UL-HAQ, IBRAHIM, M. Cause and effect relations of yield components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal conditions. **Caderno de Pesquisa Série Biologia.**, Santa Cruz do Sul, v.17, n.1, p.7-12, 2005.
- BLUE, E.N. et al. Influence of planting date, seeding rate, and phosphorus rate on wheat yield. **Agronomy Journal**, v.82, n.4, p.762-768, 1990.
- CARVALHO, S. P. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção sob multicolinearidade.** Viçosa: UFV, 1994, 163p. (Tese DS).
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística versão Windows.** Viçosa: UFV, 2001. 442 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2 ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- DENČIĆ, S.; KASTORI, R.; KOBILJSKI, B.; DUGGAN, B.: Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. **Euphytica**, v.113, n.1, p.43-52, 2000.
- DECKERD, E.L.; BUSCH, R.H.; KOFOID, K.D. Physiological aspects of spring wheat improvement. In: HASPER, J.; SCRADER, L.; HOWEL, R. (eds.). **Exploitation of physiological and genetic variability to enhance crop productivity.** Madison: American Society Plant Physiologists. 1985, p.45-54.
- DEWEY, D.R.; LU, K.H. A correlation path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, v.51, p.515-518, 1959.

- FISCHER, R. A. Number of kernels in wheat crops and influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science**, v.105, p.447- 461, 1986.
- FRANCO, F.A; CARVALHO, F.I.F. Estimativa do progresso genético no rendimento de grãos de trigo e sua associação com diferentes caracteres sob o efeito de variação no ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p.311-321, 1989.
- GIFFORD, R.M.; THORNE, J.H.; ITZ, W.D.; GIAQUINTA, R.T. Crop productivity and photoassimilate partitioning. **Science**, v.225, p.801-808, 1984.
- NEDEL, J.L. Progresso genético no rendimento de grãos de cultivares de trigo lançado entre 1940 a 1992. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1565-1570, 1994.
- OKUYAMA, L.A.; FEDERIZZI, L.C.; BARBOSA NETO, J.F. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, 2004.
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; TEIXEIRA, M.C.C.; DEL DUCA, L. de J. **Características fisiológicas associadas ao avanço no potencial de rendimento de grãos de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 26 p.
- SANTOS, R.C.; CARVALHO, L.P.; SANTOS, V. F. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.13-16, 2000.
- SAYRE, K.D. **Fórmulas usadas para los componetes do rendimento**. Análisis del Programa de Produccion de CIMMYT, 1993. n.p. (Mimeo.).
- SCHUSTER, I. **Correlações, coeficiente de trilha, composição de gluteninas e qualidade do trigo para panificação**. Viçosa: UFV, 1996, 98p. (Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento).

- SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F.; NEDEL, J.L., CRUZ, P.J.; SILVA, J.A.G.; CAETANO, V.R.; HARTWIG, I.; SOUSA, C.S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, v.64, n.2, p.191-196, 2005.
- SOUZA, M.A. **Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*T. aestivum* L.), em doze ambientes de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1985, 118p. (Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento).
- TAVELLA, C.M.; SOUZA, P.G.; LAZZAROTTO, C. Rendimento de grãos de cultivares e linhagens de trigo e algumas características anatômicas e fisiológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.1, p.59-61, 1987.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p
- WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

## CAPÍTULO 3

### EFEITO DA DESFOLHA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO

**RESUMO** - Injúrias foliares podem levar a alteração na relação fonte-dreno das plantas e essa alteração pode provocar mudanças nas características agronômicas que afetam a produção e a qualidade fisiológica de sementes. A desfolha artificial e o uso de dessecantes foliares são utilizados em diferentes culturas para estudos de fisiologia com o objetivo de simular situações de estresse ocasionadas por perda de área foliar decorrente de doenças ou ataque de insetos. Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum*), nas variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24, submetidas à desfolha artificial. O experimento foi instalado em área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em maio de 2004. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada do limbo da folha bandeira, da segunda e terceira folhas superiores, e uma testemunha sem desfolha. Após a colheita as sementes foram armazenadas em câmara fria e seca, regulada à temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 65%, onde permaneceram até a realização dos testes, quando foram passadas em divisor de amostras para a uniformização das mesmas e, posteriormente, submetidas aos testes de germinação e de vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência em campo). Não houve diferenças significativas entre os níveis de desfolha nas variedades, indicando que, quando se comparou o tratamento de não-desfolha com os de retirada de até três folhas, não houve comprometimento da qualidade fisiológica das sementes. Foi detectada diferença significativa entre as variedades em relação à qualidade fisiológica de sementes para todos os testes. A variedade Anahuac mostrou-se superior na maioria dos testes. A variedade BR 24 apresentou qualidade fisiológica inferior para todos os testes.

## INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes fornece um parâmetro útil em programas de melhoramento. Há situações em que o melhoramento genético, em suas diferentes etapas, não é acompanhado pela avaliação da qualidade de sementes. Sabe-se, no entanto, que a qualidade fisiológica das sementes tem sua base no genótipo e que é importante o acompanhamento das etapas de seleção com testes de vigor (Marcos Filho, 1994).

Ao melhorista cabe o grande desafio de obter cultivares melhoradas para características específicas e ao mesmo tempo obter sementes de qualidade, o que muitas vezes se apresentam como objetivos conflitantes. Tanto o ambiente quanto o genótipo têm importante papel na qualidade de sementes, mas, apesar do evidente e notório efeito das condições de ambiente sobre a qualidade fisiológica das sementes, a importância do genótipo não deve ser negligenciada. O máximo potencial de qualidade de sementes como germinação, emergência e vigor de plântulas é controlado geneticamente, sendo que as condições ambientais determinam quão bem este potencial poderá se manifestar (Prete e Guerra, 1999). Esse potencial genético para a qualidade de sementes pode ser manipulado pelo melhorista, explorando a variabilidade genética existente dentre os cultivares de uma espécie ou dentro de linhagens durante o desenvolvimento de um cultivar.

As sementes de trigo são avaliadas em termos de qualidade fisiológica, tanto pela importância econômica que representam, como pela sensibilidade às condições adversas de ambiente durante todas as etapas de produção, sobretudo ainda no campo, quando podem ser colhidas já comprometidas fisiologicamente (Amaral et al. 2000).

O período que corresponde ao crescimento da espiga próximo à antese até o desenvolvimento total da semente é de grande importância para o rendimento. Maior disponibilidade de assimilados próximo à antese pode representar mais flores férteis e, conseqüentemente, sementes em maior número e tamanho, com maior capacidade de formar grãos cheios

(Slafer *et al.*, 1994; Rodrigues *et al.*, 1998; Rodrigues, 2000). Assim, uma vez determinado o número de sementes por espiga, o rendimento de sementes passa a depender da taxa de acúmulo da matéria seca e da duração do período de enchimento. O enchimento da semente começa nas espiguetas centrais e progride até as basais e distais da inflorescência (Slafer *et al.*, 1994; Rodrigues, 2000). Nesse momento, a área foliar verde tem grande importância como tecido fotossinteticamente ativo, proporcionando maior partição de assimilados, no enchimento da semente (Silva *et al.*, 2000).

O crescimento dos grãos pode ser avaliado em termos do balanço entre a capacidade da planta de suprir fotoassimilados (fonte) para os grãos e do seu próprio potencial de utilização dos substratos disponíveis (Fisher, 1983). Identificam-se duas fontes principais de fotoassimilados para os grãos em crescimento: uma originada diretamente da fotossíntese atual e outra a partir da remobilização de fotoassimilados armazenados temporariamente em outros órgãos da planta, principalmente nos colmos (Gallagher *et al.*, 1976; Austin *et al.*, 1977; Bidinger *et al.*, 1977; Rawson *et al.*, 1983; Simmons, 1987). As reservas são formadas principalmente, a partir do excedente da produção de fotoassimilados em relação à demanda dos grãos. A fotossíntese, a formação e remobilização de reservas e o estabelecimento do número de grãos viáveis, são afetados durante a ocorrência de estresse, acarretando, conseqüentemente, variações no comportamento das relações fonte-dreno (Gusta e Chen, 1987).

A redução da área fotossinteticamente ativa causa a diminuição do processo fotossintético e conseqüentemente, redução no rendimento (Fokar *et al.*, 1998).

Injúrias foliares podem levar à alteração na relação fonte-dreno das plantas e essa alteração pode provocar mudanças nas características agrônômicas que afetam a produção e na qualidade fisiológica de sementes.

O fato de haver variabilidade entre o vigor de plântulas indica que esta característica pode ser explorada do ponto de vista genético. O problema é que as avaliações são conduzidas em condições adequadas nas estações experimentais, sem limitações ou estresses que possam prejudicar o estabelecimento das plantas e, somente mais tarde, muitas vezes já nas

mãos dos produtores, é que se confirma que determinado material possui sementes de qualidade inferior para se estabelecer em condições pouco favoráveis (Prete e Guerra, 1999).

O esforço de pesquisa precisa ser adequadamente distribuído em todos os aspectos necessários ao desenvolvimento de cultivares com elevado potencial produtivo e adequação às exigências do mercado consumidor. O acervo de material genético, que serve de fonte de genes e da variabilidade genética indispensável para o desenvolvimento de novas cultivares, deve ser permanentemente aumentado com a introdução de novos germoplasmas e da caracterização dessas fontes de genes.

Em virtude da importância de estudos em fisiologia sobre a influência do estresse na partição de assimilados, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da desfolha na qualidade fisiológica de sementes de trigo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas as variedades Anahuac, BRS 207 e BR 24, obtidas pertencentes ao banco de germoplasma do programa de melhoramento de trigo da UFV. O experimento foi instalado no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Mello do Departamento de Fitotecnia, no campus da Universidade Federal de Viçosa, em 26 de maio de 2004. O delineamento foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas. Os tratamentos constituíram-se de três variedades (na parcela) e três níveis de desfolha e uma testemunha, sem desfolha, para cada variedade (na subparcela), com quatro repetições. Cada unidade experimental constituiu-se de quatro linhas de um metro de comprimento e espaçamento de 20 cm entre linhas em uma densidade de 350 plantas/m<sup>2</sup>. Foi feito o controle de plantas daninhas com o uso de Metsulfurom Metyl, na dose de 4 g/ha e a aplicação do fungicida Tebuconazole, na dose de 750 mL/ha para evitar danos por doenças. O ensaio foi conduzido sob irrigação. A desfolha foi efetuada na fase de espigamento, com a retirada de uma (folha bandeira), duas ou três folhas

superiores. A colheita foi feita manualmente com o corte das plantas rente ao solo, entre 23 e 25 de setembro de 2004. As sementes, após secas à sombra até aproximadamente 13% de umidade, foram passadas em divisor de amostras para a sua homogeneização e armazenadas em câmara fria e seca, regulada à temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 65%, onde permaneceram até a realização dos testes. A avaliação da qualidade de sementes foi feita no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. As sementes foram submetidas aos testes de germinação e de vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado e emergência em campo). A análise de variância foi feita em esquema fatorial, exceto para o teste de emergência em campo que seguiu o experimento de campo, em parcela subdividida, com variedades na parcela e níveis de desfolha na sub-parcela.

**Teste de germinação e primeira contagem:** foram utilizadas 4 repetições de 100 sementes para cada variedade e tratamento, colocadas em papel toalha GERMITEST, previamente umedecido com água desmineralizada, utilizando um volume de 2,5 vezes o peso do substrato e confeccionando-se rolos que foram colocados, em seguida, no germinador regulado para a temperatura de 20°C. As contagens foram realizadas aos 4 e 8 dias após a instalação do teste e as avaliações efetuadas segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e os resultados expressos em percentagem de plântulas normais. A primeira contagem foi feita quatro dias após a instalação do teste de germinação, quando foram computadas e eliminadas plântulas normais e sementes mortas.

**Envelhecimento acelerado:** em caixas plásticas tipo GERBOX, com suportes telados, foram colocados 40 mL de água desmineralizada. Na tela foi distribuída, uniformemente, uma camada de sementes, para cada variedade, tratamento e repetição e as caixas fechadas e colocadas em estufa incubadora, regulada a 43°C por 48 horas (Lima, 2005). Após o período de envelhecimento foi avaliado o teor de água nas sementes pelo método padrão de estufa (Brasil, 1992) e, posteriormente, feito o teste de

germinação, com quatro repetições de 100 sementes e feita uma única avaliação aos cinco dias após o início do teste.

**Teste de emergência em campo:** O teste foi efetuado no campo experimental Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia da UFV. Para esse teste foram empregadas quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento e variedade. Cada repetição foi semeada em sulco de 1,0 m de comprimento à 2,0 cm de profundidade e espaçamento entre sulcos de 20 cm, sendo irrigado em seguida e no decorrer do teste. A contagem de plântulas emergidas foi feita aos 14 dias após a data de semeadura. Os resultados foram expressos em percentagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação dos resultados do teste de germinação não se verificou diferença estatística para níveis de desfolha em cada variedade (Quadro 1). Esse fato indica que, para as variedades estudadas, não houve comprometimento da germinação das sementes quando se comparou os tratamentos sem desfolha e com desfolha de uma, duas ou três folhas por planta.

Foi detectada diferença significativa entre as variedades em relação à percentagem de germinação das sementes. As variedades Anahuac e BRS 207 mostrando-se com valores superiores em relação à variedade BR 24 (Quadro 1).

Quadro 1 – Resultados médios de germinação de sementes de trigo (%), pelo teste de germinação. Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	95,00	93,25	81,75	90,00
1	95,25	93,50	82,00	90,25
2	97,00	94,75	86,25	92,67
3	96,00	92,50	88,50	92,33
Média	95,81 A	93,50 A	84,62 B	91,31
C.V. (%)				4,55

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os resultados da primeira contagem do teste de germinação foram semelhantes ao de percentagem de germinação em relação ao não-efeito da desfolha sobre o vigor das sementes. Houve efeito significativo de variedades, apresentando-se a Anahuac e a BRS 207 as mais vigorosas, assim como no teste de germinação. A variedade BR 24 apresentou menor germinação na primeira contagem, indicando menor vigor (Quadro 2).

Quadro 2 – Resultados médios de percentagem de germinação de sementes de trigo, na primeira contagem do teste de germinação. Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	90,50	89,25	63,75	81,17
1	93,00	86,50	68,75	82,75
2	96,00	90,25	73,00	86,42
3	93,00	87,75	78,25	86,33
Média	93,12 A	88,44 A	70,94 B	84,17
C.V. (%)				7,66

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

De acordo com a análise de variância para o teste de envelhecimento acelerado, o vigor das sementes não foi afetado com a desfolha, mas houve diferença entre as variedades. A variedade Anahuac foi a que apresentou maior vigor e a BR 24 apresentou-se como a de pior vigor entre as três (Quadro 3).

Quadro 3 – Resultados médios de percentagem de germinação de sementes de trigo, no teste de envelhecimento acelerado. Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	93,25	85,00	63,75	80,67
1	87,50	81,50	65,00	78,00
2	91,00	84,25	67,75	81,00
3	93,00	83,25	66,75	81,00
Média	91,19 A	83,50 B	65,81 C	80,17
C.V. (%)				7,32

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Assim como os outros testes, o de emergência em campo não mostrou efeito significativo de desfolha sobre a qualidade fisiológica das

sementes. Houve efeito significativo para variedades, e elas se diferenciaram de forma semelhante aos resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado, apresentando-se as sementes da variedade Anahuac como a de melhor qualidade fisiológica das sementes, seguida da BRS 207, e, novamente, a variedade BR 24 apresentou-se como a de menor vigor (Quadro 4).

Quadro 4 – Resultados médios de percentagem de plantas emergidas de trigo, no teste de emergência em campo. Viçosa, 2004<sup>1</sup>

Nº de folhas removidas	Variedades			Média
	Anahuac	BRS 207	BR 24	
0	86,50	73,00	67,00	75,50
1	87,50	72,25	59,00	72,92
2	83,00	80,00	54,25	72,42
3	88,00	75,25	64,25	75,83
Média	86,25 A	75,12 B	61,12 C	74,17
C.V. par. (%)				18,02
C.V. subpar. (%)				9,12

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A análise dos dados não diferenciou estatisticamente os níveis de desfolha nas variedades, indicando que, para essas variedades, quando se compara o tratamento de não-desfolha com os de retirada de até três folhas, não há comprometimento da qualidade fisiológica das sementes. Segundo revisão feita por Rocha (1984) as plantas são capazes de compensar as deficiências ambientais reduzindo a quantidade e não a qualidade das sementes, e que, apesar da possibilidade de não haver influência do estresse na planta sobre a qualidade fisiológica das sementes, aquelas com menor densidade ou com menor tamanho, poderiam não ter reservas suficientes para superar situações ambientais adversas e manter o vigor para o crescimento e o desenvolvimento adequado da plântula.

Houve diferença entre as variedades em relação à qualidade fisiológica das sementes para todos os testes, tendo a variedade Anahuac se mostrado com valores superiores na maioria dos testes e a variedade BR 24 qualidade fisiológica inferior para todos os testes.

As variedades se diferenciam em relação à capacidade de compensar e redistribuir fotoassimilados e o fato de haver variabilidade entre o vigor de

plântulas indica que esta característica pode ser explorada do ponto de vista genético.

A avaliação do potencial fisiológico de sementes é importante em todas as fases de um programa de melhoramento e também auxilia na tomada de decisões, na adoção de práticas adequadas de manejo para o controle de qualidade, dentro do sistema de produção de sementes.

## **CONCLUSÕES**

- A remoção de até três folhas não afetou a qualidade fisiológica das sementes de trigo nas variedades estudadas.
- A variedade Anahuac apresentou qualidade fisiológica de sementes superior nos testes de envelhecimento acelerado e emergência em campo.
- A variedade BR 24 apresentou qualidade fisiológica inferior nos testes de germinação e vigor.
- As diferenças encontradas entre variedades quanto a percentagem de germinação e vigor das sementes, poderiam ser exploradas em futuros trabalhos de melhoramento genético de trigo.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL , A.S.; PESKE, S.T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de Sementes de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.1, p.12-15, 2000.
- AUSTIN, R.B.; EDRICH, J.A.; FORD, M.A.; BLACKWELL, R.D. The rate of the dry matter, carbohydrates and <sup>14</sup>C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. **Annals of Botany**, v.41, p.1309-1321, 1977.
- BIDINGER, F.; MUSGRAVE, R.B. ; FISHER, R.A. Contribution of stored preanthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. **Nature**, v.270, p.431-433, 1977.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- FISCHER, R.A. Wheat. In: **Symposium on Potential Productivity Field Crops Under Different Environments**. Los Banos, Philippines, 1983. 524p.
- FOKAR, M.; BLUM, A.; NGUYEN, H.T. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. **Euphytica**, v. 104, n.1, p.9-15, 1998.
- GALLAGHER, J.N.; BISCOE, P.V. ; HUNTER, B. Effect of drought on grain growth. **Nature**, v.264, p.541-542, 1976.
- GUSTA, L.V.; CHEN, T.H.H. The physiology of water and temperature stress. In: HEYNE, E.G. (ed.) **Wheat and wheat improvement**. Madison: A.S.A., 1987. p.115-150.
- LIMA, T.C. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Campinas: Instituto Agronômico, 2005, 61p. (Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical).

- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1994. Cap 3.
- PRETE, C.E.C.; GUERRA, E.P. Qualidade fisiológica de sementes. . In: DESTRO, D.; MONTALVAN, R. (eds.) **Melhoramento genético de plantas**. Londrina. UEL, 1999. 818p.
- RAWSON, H.M.; HINDMARSH, R.A.; FISCHER, R.A. ; STOCKMAN, Y.M. Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.10, p.503-514, 1983.
- ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S. ; PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1984. 76p. (Boletim, 188).
- RODRIGUES, O.; LHAMBY, J.C.B.; DIDONET, A.D.; MARCHESE, J.A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.839-846, 1998.
- RODRIGUES, O. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Eds.) **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2000. p.120-169. (Série Culturas – Trigo).
- SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F.; CAETANO, V.R.; OLIVEIRA, A.C.; CIMBRA, J.L.M.; VASCONCELLOS, N.J.S.; LORENCETTI, C. Genetic basis of stay-green trait in bread wheat. **Journal of New Seeds**, Binghamton, v.2, p.55-68, 2000.
- SIMMONS, R.S. Growth, development, and physiology. In: HEYNE, E.G. (ed.). **Wheat and wheat improvement**. Madison: ASA, 1987. p.77-113
- SLAFER, G.A.; ANDRADE, F.H. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic

improvement of grain yield potential at different regions of the world.  
**Euphytica**, v.58, p.37-49, 1991.

SLAFER, G.A.; SATORRE, E.H.; ANDRADE, F.H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: SLAFER, G.A. (ed.). **Genetic improvement of field crops**. New York: M. Dekker, 1994. p.1-68.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Quadro 1A - Resumo da análise de variância dos dados de rendimento de grãos (RG), peso hectolítrico (PH), peso de mil grãos (PMG) e número de espigas por parcela (NE). Viçosa-MG, 2004

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		RG	PH	PMG	NE
Blocos	3	3158,45 <sup>ns</sup>	3,04 <sup>ns</sup>	1,42	1103,521*
Variedades (V)	2	39753,49**	21,21**	43,61**	17815,15**
Res. (a)	6	1171,63	1,195	1,17	173,98
Regressão	1	35376,68**	70,25**	-	22,20 <sup>ns</sup>
Falta de ajustamento	2	901,88 <sup>ns</sup>	0,2740 <sup>ns</sup>	-	126,51 <sup>ns</sup>
Desfolha (D)	3	12393,48**	23,60**	112,90**	91,74 <sup>ns</sup>
V X D	6	1294,05 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	4,12**	521,78 <sup>ns</sup>
Res. (b)	27	1263,32	0,69	1,03	301,58
C.V. par. (%)		12,68	1,39	2,90	5,85
C.V. subpar. (%)		13,17	1,06	2,72	7,705

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 2A - Análise de variância da regressão para peso de mil grãos. Viçosa-MG, 2004

F.V.	G.L.	Quadrado Médio		
		Anahuac	BRS 207	BR 24
Regressão	1	186,69**	114,36 **	53,87**
Falta de ajustamento	2	2,83 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	0,304590 <sup>ns</sup>

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância dos dados de número de grãos por espiga (GE), biomassa seca do colmo (BSC), biomassa seca da palha da espiga (BSE) e biomassa seca total (BST). Viçosa-MG, 2004

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		GE	BSC	BSE	BST
Blocos	3	10,70 <sup>ns</sup>	4396,83 <sup>ns</sup>	310,69 <sup>ns</sup>	17096,28*
Variedades (V)	2	113,01**	6883,26**	9909,10**	63221,52**
Res. (a)	6	6,88	1056,02	76,28	4019,91
Regressão	1	30,64 <sup>ns</sup>	55744,55**	809,53*	183347,88**
Falta de ajustamento	2	4,68 <sup>ns</sup>	622,94 <sup>ns</sup>	91,17 <sup>ns</sup>	3551,11 <sup>ns</sup>
Desfolha (D)	3	13,23 <sup>ns</sup>	18996,82**	330,62 <sup>ns</sup>	63483,32**
V X D	6	4,76 <sup>ns</sup>	2915,57 <sup>ns</sup>	158,15 <sup>ns</sup>	7370,87 <sup>ns</sup>
Res. (b)	27	8,80	1252,03	123,75	5494,47
C.V. par. (%)		8,23	9,99	9,77	9,77
C.V. subpar. (%)		9,30	10,89	12,45	11,42

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 4A - Resumo da análise de variância dos dados de rendimento de grãos por espiga (RGE), biomassa seca do colmo individual (BSCI), biomassa seca da palha da espiga individual (BSEI) e biomassa seca total por planta individual. (BSTI). Viçosa-MG, 2004

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		RGE	BSCI	BSEI	BSTI
Blocos	3	10098,13 <sup>ns</sup>	15122,80 <sup>ns</sup>	997,5427 <sup>ns</sup>	51970,28 <sup>ns</sup>
Variedades (V)	2	34348,98 <sup>ns</sup>	1280101 <sup>**</sup>	51280,68 <sup>**</sup>	639887,10 <sup>**</sup>
Res. (a)	6	11111,44	21420,46	583,2542	38827,39
Regressão	1	626904,60 <sup>**</sup>	1000842,2 <sup>**</sup>	15187,49 <sup>**</sup>	3279381,60 <sup>**</sup>
Falta de ajustamento	2	10166,52 <sup>ns</sup>	8759,36 <sup>ns</sup>	4167,76 <sup>ns</sup>	38988,96 <sup>ns</sup>
Desfolha (D)	3	215746,00 <sup>**</sup>	339453,60 <sup>**</sup>	5374,338 <sup>*</sup>	1119119 <sup>**</sup>
V X D	6	13367,90 <sup>ns</sup>	16107,79 <sup>ns</sup>	1035,513 <sup>ns</sup>	22083,62 <sup>ns</sup>
Res. (b)	27	12722,48 <sup>ns</sup>	9177,17	1303,407	44631,46
C.V. par. (%)		8,85	9,98	6,18	6,81
C.V. subpar. (%)		9,47	6,54	9,24	7,30

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

## APÊNDICE B

Quadro 1B - Resumo da análise de variância dos dados de germinação (GERM), envelhecimento acelerado (ENV) e primeira contagem do teste de germinação (PCON). Viçosa-MG, 2004

F.V.	G.L.	Quadrados Médios		
		GERM	ENV	PCON
Regressão	1	53,20 <sup>ns</sup>	9,60 <sup>ns</sup>	220,42*
Falta de ajustamento	2	7,76 <sup>ns</sup>	33,20 <sup>ns</sup>	14,37 <sup>ns</sup>
Desfolha (D)	3	22,91 <sup>ns</sup>	25,33 <sup>ns</sup>	83,05 <sup>ns</sup>
Variedades (V)	2	558,06**	2708,90**	2188,02**
D x V	6	13,78 <sup>ns</sup>	12,39 <sup>ns</sup>	50,16 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	17,24	34,51	41,57
C.V. (%)		4,55	7,32	7,66

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 2B – Resumo da análise de variância dos dados de emergência em campo. Viçosa-MG, 2004

F.V.	G.L.	Quadrado Médio
Blocos	3	177,28 <sup>ns</sup>
Variedades (V)	2	2536,08**
Res. (a)	6	178,61
Regressão	1	0,15 <sup>ns</sup>
Falta de ajustamento	2	55,01 <sup>ns</sup>
Desfolha (D)	3	36,72 <sup>ns</sup>
V X D	6	80,22 <sup>ns</sup>
Res. (b)	27	45,76
C.V. par. (%)		18,02
C.V. subpar. (%)		9,12

\*\* - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.