

IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO ENTRE CARACTERES EM TRIGO DUPLO PROPÓSITO NO MELHORAMENTO DA CULTURA

IMPORTANCE OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTERS IN DUAL PURPOSE WHEAT IN CROP BREEDING

Thomas Newton MARTIN¹; Lindolfo STORCK¹; Giovani BENIN²;
Cláudio César SIMIONATTO³; Sidney ORTIZ⁴; Patricia BERTONCELLI⁵

1. Professor, Doutor, Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. martin.ufsm@gmail.com; 2. Professor, Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, Brasil; 3. Discente do Curso de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil; 4. Discente do Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil; 5. Discente do Curso de Pós Graduação em Agronomia – UFSM, RS, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar a alteração da relação de causa e efeito entre caracteres de cultivares de trigo duplo propósito submetidos a manejos de cortes. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. Foram usados quatro cultivares de trigo (BRS Figueira, BRS Guatambu, BRS Tarumã e BRS Umbu) em cinco densidades de semeadura e três repetições. A análise da relação de causa e efeito entre os caracteres foi procedida para três situações distintas: (i) manejo sem corte utilizando a produção de grãos como variável principal; (ii) manejo com corte utilizando a fitomassa como variável principal e (iii) manejo com corte utilizando a produção de grãos como variável principal. Verificou-se que o propósito da produção do trigo altera a relação de causa e efeito entre os caracteres. Para os manejos com corte, visando à produção de grãos, o caractere que possui o maior efeito direto sobre a produção de grãos é a massa de espigas. Em contrapartida, o perfilhamento, número de espiguetas em cinco espigas e estatura de planta podem ser ignorados no processo de seleção de genótipos de trigo para a produção de grãos, independente do manejo de corte para a produção de forragem.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum* L. Análise de trilha. Importância de caracteres. Integração lavoura-pecuária.

INTRODUÇÃO

O trigo utilizado como fonte de forragem e posteriormente para a produção de grãos é chamado de duplo propósito. O trigo de dupla aptidão pode ser utilizado como fonte de volumosos e grãos para ruminantes, pois, sua digestibilidade e a proteína bruta, é semelhante a alfafa (FONTANELI, 2007; HASTENPFLUG et al., 2011). Além disso, pode ser utilizado para suprir a carência na dieta dos animais no período hibernar (SANTOS et al., 2011).

O manejo do trigo duplo propósito deve ser diferenciado, segundo Wendt et al. (2006), as cultivares de trigo duplo propósito devem possuir características como: período vegetativo longo, capacidade de produzir forragem e fase reprodutiva curta.

Após a implantação da cultura do trigo duplo propósito pode-se optar em destinar o seu uso para a produção de grãos, forragem ou ambos, sendo que a utilização do trigo para pastejo deve ser baseada nos preços relativos de grãos e dos animais (PITTA et al., 2011). Com essa condição de flexibilidade, o ideal, em se definindo por uma situação, seria a realização de práticas que favoreçam determinada produção. Dessa forma, o

entendimento da relação entre os caracteres pode auxiliar no planejamento e no manejo de forma a maximizar determinada situação.

As condições de estudo mais frequentes são as que consideram as características genéticas e o progresso genético. Cada cultura possui características importantes dentro dos programas de melhoramento genético que são priorizadas. O trigo possui como uma das características importantes de seleção a produção de grãos (OKUYAMA et al., 2004). Outras culturas, como as forrageiras em geral, a exemplo de *Pennisetum* spp., possuem a produção de matéria seca (SILVA et al., 2008) como sendo a característica a ser melhorada.

Ao realizarem-se estudos simultâneos entre caracteres ou quando determinado caráter possui baixa herdabilidade o conhecimento da correlação entre caracteres pode ser interessante. Mas, quando se quantifica e interpreta a magnitude do coeficiente de correlação entre os componentes pode ser que ocorram alguns equívocos. Uma alta correlação entre duas características pode ser devido ao efeito de uma terceira característica ou mais. Para entender melhor a associação entre caracteres, Wright (1921) desenvolveu um método denominado de análise de trilha (*path analysis*) utilizando-se das correlações

que são desdobradas em efeitos diretos e indiretos das diversas características avaliadas de interesse. Esse método avalia o efeito que uma característica dependente (Y) sofre em função de uma característica independente (X), isentando-se da influência de todas as outras características independentes avaliadas. A análise de trilha permite que os fatores específicos passem por uma avaliação criteriosa, possuindo mais aplicações ao formularem-se estratégias de seleção.

O potencial produtivo de determinada cultura é expresso devido ao seu potencial genético, ambiental e interação entre esses dois fatores. Situações que alterem a relação fonte e dreno na planta, como alteração nos regimes hídricos da cultura (OKUYAMA et al., 2004) e redução da área foliar (GONDIM et al., 2008) podem conduzir a redistribuição de carboidratos e assim alterar a partição de assimilados para com as diferentes estruturas da planta. Nesse sentido, estudos das relações causa e efeito em culturas de dupla aptidão tornam-se importantes, pois as estratégias de melhoramento podem ter dinâmicas diferenciadas em relação a cultura produtora de grãos. Dessa forma, objetivou-se avaliar a alteração da relação causa e efeito entre caracteres de cultivares de trigo duplo propósito submetidos a manejo de cortes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos de experimento realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Dois Vizinhos). O local tem altitude de 520 m, latitude de 25°44' Sul e longitude de 53°04' Oeste. O clima é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen e o solo pertence à Unidade de mapeamento NITOSSOLO VERMELHO distroférico úmbrico, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado (BHERING; SANTOS, 2008).

O experimento foi executado em sistema de cultivo mínimo com a semeadura sendo realizada no dia 17 de maio de 2008, juntamente com a adubação de base [100 kg da formulação 10(N)-15(P)-15(K)], seguindo as orientações do laudo de análise de solo. A adubação de cobertura foi realizada a lanço, no início do perfilhamento, utilizando-se como fonte de nitrogênio mineral o sulfato de amônio (20% de N), na dosagem de 60 kg de N ha⁻¹. Para a condução do experimento foram seguidas as recomendações da CSBPT-2006 (COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2006).

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com três repetições. Os tratamentos foram compostos por um fatorial (cultivares x densidades de semeaduras) nas parcelas principais e manejos de corte nas subparcelas. As cultivares de trigo utilizados foram: BRS Figueira, BRS Guatambu, BRS Tarumã e BRS Umbu. As densidades de semeadura utilizadas foram de 50, 200, 350, 500 e 650 sementes por metro quadrado. As parcelas principais foram divididas para os dois manejos de corte (com ou sem corte). No caso do manejo com corte foi realizado o parcelamento da adubação de cobertura, sendo metade aplicado em pleno perfilhamento e a outra metade após o corte.

A subparcela foi constituída de cinco fileiras espaçadas 20 centímetros uma das outras, totalizando um metro de largura por 3,5 metros de comprimento. A área útil das subparcelas foram compostas por três fileiras de cinquenta centímetros de comprimento (0,3 m²), estando localizadas exatamente no centro de cada subparcela.

O corte, a 10 cm de altura, foi procedido nas subparcelas com este manejo quando as mesmas atingiram 30 cm de altura. O experimento desenvolveu-se de modo a não sofrer interferência de pragas, doenças e plantas daninhas. O corte para a estimativa da fitomassa seca foi realizado aos 68 dias após a emergência e a colheita aos 140 dias.

Os caracteres avaliados foram: número de espigas em 50 cm da fileira central (NE; 0,1 m⁻²); massa das NE espigas (ME, g 0,1 m⁻²); produção de grãos (PG, g 0,1 m⁻²); massa de grãos em cinco espigas (MG5, g); número de grãos em cinco espigas (NG5); massa de cem grãos (MCG, g); número de espiguetas em cinco espigas (NE5); massa das NE5 espiguetas (ME5, g); estatura de plantas (EP, cm - média de três plantas mensuradas da base do solo até a inserção do último nó que liga o colmo à espiga realizado no período do florescimento pleno); perfilhamento (PER, número de plantas em 50 cm da fileira central); e, massa seca de forragem (MSF, kg ha⁻¹).

Foi procedida a análise de variância para verificar a existência de variabilidade entre cultivares, densidades e manejo de corte e as interações. Para a análise de trilha foram consideradas três características principais de acordo com o propósito, ou seja: (i) produção de grãos nas parcelas sem manejo de corte; (ii) produção de grãos nas parcelas com manejo de corte; (iii) a fitomassa obtida no manejo com corte. Nos três casos foi procedido o diagnóstico da multicolinearidade entre os caracteres secundários (MONTGOMERY; PECK, 1981). O critério de

multicolinearidade infere que se o número de condição (NC) ≤ 100 considera a multicolinearidade fraca; 100 < NC < 1000: multicolinearidade moderada a forte; e NC ≥ 1000: multicolinearidade severa (MONTGOMERY; PECK, 1981). Os dados foram analisados por meio do software Genes (CRUZ, 2006). O intervalo de confiança para a correlação foi realizado seguindo-se as indicações de Jeyaratnam (1992) os limites inferiores (LI) e superiores (LS) foram calculados com base na seguinte expressão:

$$L(I; S) = \frac{r \pm \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + (n-2)}}}{1 \pm r \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + (n-2)}}}$$

em que “r” é o coeficiente de correlação, t é o quantil superior $\alpha/2$ da distribuição t de Student com

n-2 graus de liberdade e “n” é o número de pares de valores que são responsáveis pela correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caracteres MG5, NG5 e ME5, apresentaram interação tripla significativa (p-valor < 0,05) e os caracteres NE, ME, PG, MCG, NE5, ME, EP e PER apresentaram ao menos uma das interações duplas significativas (Tabela 1). Ainda, todos os caracteres apresentaram diferenças significativas para o fator manejo. Dessa forma, infere-se que existe variabilidade entre as unidades de observação que são devidos aos fatores controlados. Indicando a possibilidade do estudo das relações causa e efeito para cada um dos dois manejos (Tabela 2).

Tabela 1. Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrado médio (QM), probabilidade de erro pelo teste F (p-valor), médias e coeficientes de variação (CV%), dos caracteres número de espigas (NE; 0,1 m⁻²); massa das ME espigas (ME, g); produção de grãos (PG, g 0,1 m⁻²); massa de grãos em cinco espigas (MG5, g); número de grãos em cinco espigas (NG5); massa de cem grãos (MCG, g); número de espiguetas em cinco espigas (NE5); massa das NE5 espiguetas (ME5, g); estatura de plantas (EP, cm); perfilhamento (PER, número em 0,1 m²); e, massa seca de forragem (MSF, kg ha⁻¹).

FV	GL	QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor
		NE		ME		PG		MG5	
Blocos (B)	2	716,23	0,63	211,74	0,15	245,42	0,01	1,66	0,02
Genótipos (A)	3	51184,65	0,00	2353,19	0,00	1442,91	0,00	8,80	0,00
Densidade (C)	4	3048,84	0,12	142,40	0,27	126,82	0,04	0,26	0,59
A*C	12	1173,71	0,69	96,11	0,55	44,10	0,48	0,74	0,06
B (A*C)	38	1556,69	0,00	106,27	0,23	44,93	0,40	0,37	0,00
Manejo (D)	1	183376,74	0,00	87018,73	0,00	39881,54	0,00	65,64	0,00
A*D	3	768,32	0,18	3974,48	0,00	3370,72	0,00	4,21	0,00
C*D	4	854,04	0,13	176,77	0,10	98,90	0,06	0,65	0,01
A*C*D	12	458,26	0,48	77,89	0,57	44,66	0,40	0,69	0,00
Erro	100	470,92		88,07		42,28		0,19	
Média		83,27		28,84		17,94		1,49	
CV %		26,05		32,54		36,24		29,43	
		NG5		MCG		NE5		ME5	
Blocos (B)	2	2912,51	0,02	0,21	0,18	77,31	0,40	1,82	0,08
Genótipos (A)	3	10641,79	0,00	2,16	0,00	961,01	0,00	9,80	0,00
Densidade (C)	4	829,74	0,31	0,33	0,03	690,71	0,00	1,52	0,09
A*C	12	731,86	0,40	0,20	0,09	120,86	0,18	0,74	0,40
B (A*C)	38	672,36	0,07	0,11	0,22	82,79	0,55	0,69	0,01
Manejo (D)	1	47541,02	0,00	18,20	0,00	4730,62	0,00	95,04	0,00
A*D	3	468,45	0,39	2,51	0,00	267,74	0,03	3,94	0,00
C*D	4	877,47	0,11	0,09	0,41	155,77	0,13	1,84	0,00
A*C*D	12	1151,09	0,01	0,09	0,44	132,39	0,13	0,91	0,01
Erro	100	459,09		0,09		86,44		0,39	
Média		83,98		1,69		51,97		2,35	
CV %		25,51		18,36		17,89		26,64	

		EP		PER		MSF	
Blocos (B)	2	215,45	0,04	1,22	0,00	385670,46	0,00
Genótipos (A)	3	1720,85	0,00	46,69	0,00	22171,84	1,00
Densidade (C)	4	110,63	0,15	292,21	0,00	38033,92	1,00
A*C	12	65,78	0,41	15,85	0,00	82307,39	1,00
B (A*C)	38	61,04	0,00	0,06	0,00	---	
Manejo (D)	1	9389,11	0,00	10,67	0,01	---	
A*D	3	663,22	0,00	1,60	0,30	---	
C*D	4	38,98	0,07	1,10	0,38	---	
A*C*D	12	8,44	0,10	0,85	1,00	---	
Erro	100	17,63		1,04		118373,07	
Média		53,43		2,99		2100,11	
CV %		8,01		34,03		16,38	

Tabela 2. Efeitos diretos e indiretos para os caracteres produção de grãos (PG), perfilamento (PER), número de espigas (NE), massa de espigas (ME), massa de grãos em cinco espigas (MG5), número de grãos em cinco espigas (NG5), massa de cem grãos (MCG), número de espiguetas em cinco espigas (NE5), massa de espiguetas em cinco espigas (ME5), estatura de plantas (EP), massa seca de forragem (MSF) e coeficiente de determinação (R^2).

(i) Produção de grão (PG) nas parcelas sem manejo de corte											
		PER	NE	ME	MG5	NG5	MCG	NE5	ME5	EP	
Ef. Direto	PG	-0,016	-0,084	0,867	-0,027	0,236	0,218	-0,165	-0,141	-0,060	
Ef. Ind.	PER	---	0,000	0,002	0,002	0,00	0,006	-0,005	0,000	-0,002	
Ef. Ind.	NE	0,002	---	-0,024	0,033	0,030	0,031	0,019	0,038	0,005	
Ef. Ind.	ME	-0,087	0,248	---	0,318	0,274	0,255	-0,008	0,196	0,091	
Ef. Ind.	MG5	0,004	0,011	-0,010	---	-0,022	-0,021	-0,005	-0,024	-0,002	
Ef. Ind.	NG5	0,029	-0,085	0,074	0,197	---	0,088	0,111	0,195	0,030	
Ef. Ind.	MCG	-0,083	-0,082	0,064	0,176	0,082	---	-0,031	0,139	0,010	
Ef. Ind.	NE5	-0,051	0,037	0,001	-0,031	-0,078	0,024	---	-0,066	0,010	
Ef. Ind.	ME5	0,004	0,064	-0,032	-0,126	-0,117	-0,090	-0,056	---	0,000	
Ef. Ind.	EP	-0,007	0,004	-0,006	-0,005	-0,008	-0,003	0,005	-0,001	---	
Total		-0,206	0,112	0,937	0,537	0,395	0,509	-0,136	0,336	0,081	
IC(r)	LI	-0,467	-0,183	0,889	0,293	0,119	0,258	-0,409	0,052	-0,213	
	LS	0,089	0,389	0,965	0,715	0,614	0,696	0,160	0,570	0,362	
R^2	0,96								Resíduo	0,18	
(ii) Produção de massa seca de forragem (MSF) nas parcelas com manejo de corte											
		PER	NE	ME	PG	MG5	NG5	MCG	NE5	ME5	EP
Ef. Direto	MSF	-0,003	-0,003	-0,010	0,137	-0,004	0,008	0,002	0,005	-0,013	0,946
Ef. Ind.	PER	---	0,000	0,000	-0,000	0,001	0,000	0,001	-0,001	0,001	0,000
Ef. Ind.	NE	-0,000	---	-0,003	-0,003	0,001	0,001	-0,001	0,006	0,001	0,000
Ef. Ind.	ME	-0,001	-0,008	---	-0,009	-0,001	0,000	-0,002	0,000	-0,000	0,000
Ef. Ind.	PG	0,000	0,010	0,013	---	0,003	0,008	0,004	0,000	0,002	0,000
Ef. Ind.	MG5	0,000	0,000	-0,000	0,000	---	-0,003	-0,002	-0,002	-0,003	0,000
Ef. Ind.	NG5	-0,001	-0,002	-0,0005	0,000	0,007	---	0,001	0,004	0,007	0,000
Ef. Ind.	MCG	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	---	0,002	0,001	0,000
Ef. Ind.	NE5	0,001	0,000	0,000	-0,001	0,002	0,002	0,000	---	0,003	0,000
Ef. Ind.	ME5	0,001	0,003	0,000	0,010	-0,011	-0,010	-0,005	-0,008	---	0,001
Ef. Ind.	EP	-0,065	-0,027	-0,025	0,010	-0,036	0,0123	-0,043	0,013	-0,062	---
Total		-0,069	-0,0289	-0,026	0,011	-0,038	0,0129	-0,045	0,014	-0,065	0,946
IC(r)	LI	-0,351	-0,315	-0,313	-0,279	-0,320	-0,280	-0,330	-0,280	-0,350	0,904
	LS	0,225	0,263	0,265	0,299	0,250	0,300	0,250	0,300	0,230	0,970
R^2	0,94				K	0,0544			Resíduo	0,227	

(iii) Produção de grãos (PG) nas parcelas com manejo de corte											
		PER	NE	ME	MG5	NG5	MCG	NE5	ME5	EP	MSF
Ef. Direto	PG	-0,043	0,063	0,864	0,148	0,031	-0,010	-0,045	-0,022	0,018	0,017
Ef. Ind.	PER	---	-0,006	-0,005	0,006	0,005	0,008	-0,009	0,002	0,003	0,003
Ef. Ind.	NE	0,009	---	0,055	-0,011	-0,019	0,012	-0,009	-0,014	-0,001	-0,001
Ef. Ind.	ME	0,116	0,003	---	0,060	-0,047	0,198	0,000	0,024	-0,023	-0,023
Ef. Ind.	MG5	-0,022	0,746	0,010	---	0,123	0,084	0,063	0,135	-0,005	-0,005
Ef. Ind.	NG5	-0,003	-0,025	0,001	0,123	---	0,002	0,016	0,026	0,000	0,000
Ef. Ind.	MCG	0,001	-0,009	0,002	0,026	0,000	---	0,000	-0,004	0,000	0,000
Ef. Ind.	NE5	-0,009	-0,002	0,000	-0,006	-0,023	-0,001	---	-0,027	0,000	0,000
Ef. Ind.	ME5	0,001	0,006	0,000	-0,019	-0,018	-0,008	-0,013	---	0,001	0,001
Ef. Ind.	EP	-0,001	0,005	0,000	-0,020	0,000	0,000	0,000	-0,001	---	0,018
Ef. Ind.	MSF	-0,001	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,017	---
Total		0,044	0,780	0,970	0,253	0,052	0,283	0,000	0,117	0,011	0,011
IC(r)	LI	-0,248	0,634	0,947	-0,039	-0,240	-0,006	-0,289	-0,178	-0,279	-0,279
	LS	0,330	0,873	0,984	0,505	0,337	0,529	0,290	0,393	0,299	0,299
R ²	0,91				K	0,0008			Resíduo	0,292	

A produção média de massa seca de forragem, obtido no manejo com corte, foi de 2100,11 kg ha⁻¹, com um coeficiente de variação de 16,38%. Quanto ao perfilhamento, verificou-se que em médias cada planta emitiu 2,99 perfilhos, havendo diferença entre os dois manejos mas não havendo interações com genótipos e densidades, possivelmente devido ao maior coeficiente de variação (34,03%). Por meio de uma caracterização ontogenética, RODRIGUES et al. (2011a) indicam que o perfilhamento está relacionado a formação do duplo anel, caracterizando o final da fase vegetativa e início da fase reprodutiva. Para trigos de dupla aptidão, o longo período vegetativo, ou seja, até a formação do duplo anel é essencial, pois garante uma maior produção de folhas e perfilhos principalmente em regiões com uma maior incidência de estresse por temperaturas elevadas, no período inicial de desenvolvimento da cultura (RODRIGUES et al., 2011b). O elevado coeficiente de variação para o perfilhamento é devido a esse caráter ser muito influenciada pelo ambiente, principalmente a fertilidade do solo, onde a planta está se desenvolvendo (VALÉRIO et al., 2009). No mesmo sentido, os coeficientes de variação, para as outras características, possuíram valores intermediários, o que não limitou a significância para as interações testadas, indicando assim que existe efeito de tratamento (fatores) no presente estudo.

Ao testar-se a multicolinearidade na matriz das correlações entre os caracteres secundários para o manejo sem corte para a produção de grãos, o número de condição foi considerado baixo (<100). No entanto, para o manejo com corte para a produção de fitomassa e manejo com corte para produção de grãos o número de condição foi

classificado entre moderado a forte (NC próximo a 300, MONTGOMERY; PECK, 1981). Considerando que todas as variáveis possuem elevada importância para o estudo, optou-se em seguir as recomendações propostas por Carvalho (1995), que permite a estimação dos efeitos diretos e indiretos mesmo na presença de multicolinearidade, escolhendo-se o menor valor k para o qual a maioria dos coeficientes de trilha possam estar estabilizados (Tabela 2). Além disso, autores como Coimbra et al. (2005), indicam em seu estudo que a análise com multicolinearidade severa, superestima, valores de coeficientes de correlação simples, comparando-se com a multicolinearidade fraca. Contudo, pode não ser necessariamente mais precisa, devido a avaliação de um número limitado de variáveis incluídas na análise ou de uma sobreposição destas variáveis explicativas.

Nos três casos de análise de trilha, os coeficientes de determinação foram superiores a 90%, sugerindo bom ajuste do modelo de decomposição das correlações (Tabela 2). Os diferentes manejos alteram a relação causa e efeito entre os caracteres observados, pois os coeficientes de correlação nos casos (i) e (iii) apresentam intervalos de confiança que não coincidem no intervalo de valores ou diferem na significância (contem o valor nulo no intervalo). A correlação entre PG e ME não difere nos dois casos (i e iii). No entanto, a correlação entre PG e NE no caso (iii) é significativa e superior ao do caso (i) e a correlação entre PG e MG5 é significativa no caso (i) e não difere do caso (iii). Estas e outras diferenças mostram a modificação da relação entre os caracteres devido ao manejo de corte.

Para a produção de grãos nas parcelas sem manejo de corte (i) verifica-se que o caráter que

possui o maior efeito direto sobre a produção de grãos é a massa de espigas (0,867). Outros caracteres (MG5, NG5, MCG e ME5) também possuem uma correlação significativa (p -valor $<0,05$) e são os mesmos que possuem efeitos indiretos (via ME) expressivos sobre a produção de grãos.

Ainda, os efeitos indiretos de NG5 sobre MG5 e ME5 podem ser interessantes, pois eles foram superiores ao resíduo (0,18). Assim, a seleção pode ser maximizada considerando a produção de grãos e ME, MG5, NG5, MCG e ME5, quando não houver o estresse por meio do corte. Esses resultados concordam, parcialmente, com os apresentados por Gondim et al. (2008) e Silva et al. (2005), que inferem que a massa de mil grãos é o caráter que tem maior potencial para seleção de genótipos de trigo superiores. Alguns autores (BORTOLINI et al., 2004) inferem que em genótipos de trigo duplo propósito (juntamente com outras culturas), houve melhoria da massa do hectolitro e redução da massa de mil sementes, quando se realizaram cortes. Contudo, Vieira et al. (2007), indicam que a produção (19 genótipos) é mais afetada pelo número de grãos por espiga.

Para a produção de massa seca de forragem nas parcelas com manejo de corte (ii), a EP possui correlação significativa e um total efeito direto sobre a MSF. No que diz respeito aos demais efeitos, diretos e indiretos, nenhum dos caracteres foi capaz de conferir um efeito que superior ao resíduo (0,227). Em trabalho com a produção de massa seca de *Pennisetum* sp., verificou-se que sob corte, deve-se priorizar a seleção de genótipos com maior número de lâminas foliares por perfilho (SILVA et al., 2008). Porém, para o presente estudo o perfilhamento que proporcionaria um maior número de folhas não causou nenhum tipo de efeito. Provavelmente isso se deve as distintas culturas e manejos que as culturas possuem. As cultivares classificadas como duplo propósito geralmente possuem o ciclo de médio a longo assim como destacado para as cultivares BRS Tarumã (DEL DUCCA et al., 2006a), BRS Guatambu (DEL DUCCA et al., 2006b) o que deve proporcionar um maior tempo para o surgimento de folhas. Nesse sentido, a intensidade e a duração de pastejo são fatores críticos que influenciam o rendimento de grãos e produção animal (MCRAE, 2003). Autores como Rodrigues et al. (2007), estudando a evolução do melhoramento genético na cultura do trigo no Brasil, indicam que as variações na produção de grãos estiveram mais associados a produção de

biomassa em relação ao índice de colheita na cultura. Para o presente caso, a produção de biomassa é fundamental no que diz respeito a fornecimento de forragem.

Para o manejo que objetiva a produção de grãos com um corte (iii), o caráter que mais influenciou diretamente foi a ME. A correlação entre NE e PG deve-se apenas ao efeito indireto de MG5. Segundo Gondim et al. (2008), que avaliaram três genótipos de trigo sob desfolha (retirada do limbo da folha bandeira e da segunda e terceira folhas superiores), a massa de mil grãos e o número de grãos por espiga foram os principais componentes do rendimento, em que a seleção direta para esses caracteres é eficiente para aumentar o rendimento de grãos sob desfolha. Esses resultados diferem dos obtidos nesse estudo, pois a desfolha ocorre em momentos distintos, apesar de ser um estresse para a planta da mesma forma. Okuyama et al. (2004), submetendo a cultura do trigo ao estresse hídrico, verificaram que o número de espigas m^{-2} e o número de grãos $espiga^{-1}$, seguido de matéria seca da parte aérea foram os caracteres relacionados com o maior rendimento de grãos, sob condições irrigada e de estresse hídrico no final do ciclo.

Dessa forma, a estratégia de melhoramento para a produção de grãos pode ignorar o manejo de corte, em relação aos caracteres secundários PER, ME, MG5, NG5, MCG, NE5, ME5 e EP e deve ser específico se for considerado o caráter secundário NE com efeito indireto (via MG5) sobre PG apenas no manejo com corte. Ou seja, o manejo de corte altera a correlação entre as características avaliadas de modo a indicar estratégias diferenciais para o melhoramento das plantas de trigo de dupla aptidão.

CONCLUSÕES

O manejo de corte para a produção de forragem e grãos na cultura do trigo altera a relação causa e efeito entre os caracteres.

Nos dois manejos de corte para a produção de grão, o caráter que possui o maior efeito direto sobre a produção de grãos é a massa de espigas.

Caracteres secundários como o perfilhamento, número de espiguetas em cinco espigas e estatura de planta podem ser ignorados no processo de seleção de genótipos de trigo para a produção de grãos, independente do manejo de corte para a produção de forragem.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate changes in the cause and effect relationship between characters of dual purpose wheat, subjected to cutting managements. The experiment was conducted at experimental area of the Federal Technological University of Paraná, Campus Dois Vizinhos. It was used four wheat cultivars (BRS Figueira, BRS Guatambu, BRS Tarumã and BRS Umbu) in five plant densities and three replicates. The analysis of cause and effect relationship between characters was proceeded by three different situations: (i) management without cut and the main variable was grain production, (ii) management with cut, using biomass as the main variable and (iii) management with cut using grain production as the main variable. It was observed that wheat grain production change the cause and effect relationship between the characters. For cutting managements in order to obtain grain production, the character with the greatest direct effect on grain production is the mass of spikes. In contrast, tillering, number of spikelets in five spikes and plant height can be ignored in the selection of wheat genotypes for grain production, independent of cut management in forage production.

KEYWORDS: *Triticum aestivum* L.. Path analysis. Importance of characters. Crop-livestock system.

REFERÊNCIAS

- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. 2008. 74p.
- BORTOLINI, P. C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, p. 45-50, 2004.
- CARVALHO, S. P. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção sob multicolinearidade**. Viçosa: UFV, 1995. 163p.
- COIMBRA, J. L. M.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F.; GUIDOLIN, A. F.; SOARES, A. P. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 347-352, 2005.
- COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. **Informações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale para a Safra 2006**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 2006. 159p.
- CRUZ C. D. Programa Genes: biometria. Viçosa: Imprensa Universitária, 480p, 2006.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2003. 585p.
- BRS Guatambu - an alternative cultivar for crop-cattle integration in southern Brazil. **Annual Wheat Newsletter**, Passo Fundo, v. 52, p. 21-21, 2006b.
- DEL DUCA, L. J. A.; SOUSA, C. N. A.; SCHEEREN, P. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; CAIERÃO, E.; SÓE, S. M.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. B.; LINHARES, A. G.; CARVALHO, O.; MARQUES, J. B.; EICHELBERGER, L.; RODRIGUES, O.; CUNHA, G. R.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z.; COSTAMILAN, L. M.; LIMA, M. I. P. M.; CHAVES, M. S.; DA LUZ, W. C.; PRESTES, A. BRS Tarumã - a new, double-purpose wheat cultivar for southern Brazil. **Annual Wheat Newsletter**, Passo Fundo, v. 52, p. 21-22, 2006a.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2: manual do usuário - ferramental estatístico**. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997. 258p.

FONTANELI, R. S. Trigo de duplo propósito na integração lavoura-pecuária. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, ed. 99, 2007.

GONDIM, T. C. O.; rocha, v. S.; SEDIYAMA, C. C.; MIRANDA, G. V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 487-493, 2008.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J. A.; MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F.; SIMIONATTO, C.C.; CASTAGNINO, D. S. Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, p. 196-202, 2011.

JEYARATNAM, S. Confidence intervals for the correlation coefficient, **Statistics and Probability Letters**, Wilmington, v. 15, p. 389-393, 1992.

MCRAE, F. Crop agronomy and grazing management of winter cereals. **NSW Agriculture**, Nevada, v. 59, p. 59-69, 2003.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: J. Wiley, 1981. 504p.

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, p. 1701-1708, 2004.

PITTA, C. S. R.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. A.; ADAMI, P. F.; SARTOR, L. F.; MIGLIORINI, F.; SOLLENBERGER, L. E.; ASSMANN, A. L. Dual-purpose wheat grain and animal production under different grazing periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1385-1391, 2011.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; JOSÉ ABRAMO MARCHESE, J. A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 817-825, 2007.

RODRIGUES, O. HAAS, J. C.; COSTENARO, E. R. Manejo de trigo para alta produtividade II: caracterização ontogenética. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 125, p. 10-13, 2011a.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R. Manejo de trigo para alta produtividade. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 123, p. 5-9, 2011b.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; CAIERÃO, E.; SPERA, S. T.; VARGAS, L. Desempenho agronômico de trigo cultivado para grãos e duplo propósito em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.10, p. 1206-1213, 2011.

SILVA, M. A. LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; CUNHA, M. V.; FREITAS, E. V. Análise de trilha em caracteres produtivos de *Pennisetum* sob corte em Itambé, Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1185-1191, 2008.

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**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 191-196, 2005.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2009.

VIEIRA, E. A.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, L. F.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G.; COIMBRA, J.; MARTINS, A. F.; CARVALHO, M. F.; RIBEIRO, G. Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, p. 169-174, 2007.

WENDT, W.; CAETANO, V. R. GARCIA, C. A. N. **Manejo na Cultura do Trigo com Finalidade de Duplo Propósito-Forragem e Grãos**. Pelotas, RS. Novembro, 2006. (Comunicado Técnico. Nº 141).

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v. 20, p. 557-585, 1921.