

# ANÁLISE GENÉTICA DO CARÁTER PERÍODO DE ESPIGAMENTO EM TRIGO<sup>1</sup>

LUIZ C. FEDERIZZI<sup>2</sup>, FERNANDO I.F. DE CARVALHO<sup>3</sup> e RUBENS O. NODARI<sup>4</sup>

RESUMO - A herança do período de espigamento a campo, foi estudada nos cruzamentos envolvendo quatro trigos (*Triticum aestivum* L.) brasileiros (IAS 55, Nobre, B 20 e PF 70553) e dois estrangeiros (Yugoslávia 715/70 e NS 1406). As gerações parentais F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> e os dois primeiros retrocruzamentos (RC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> e RC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>) foram analisados para melhor entender como a data de floração é herdada e a possibilidade de modificar a manifestação deste caráter através de seleção. A ação gênica parece ser aditiva e de dominância. Evidências de epistasia contribuindo para o caráter não foi detectada. Um mínimo de três fatores genéticos, ou blocos de genes, parece controlar o período de espigamento. Enquanto o trigo de ciclo longo carrega alelos recessivos em todos os três locos, os de ciclo curto são governados por um ou dois genes dominantes. A herdabilidade estimada para espigamento é alta, indicando que considerável progresso pode ser feito através da seleção e recombinações de plantas F<sub>2</sub>.

Termos para indexação: herança, espigamento, *Triticum aestivum* L., retrocruzamentos.

## GENETIC ANALYSIS OF HEADING TIME TRAIT IN WHEAT

ABSTRACT - The inheritance of heading time, in the field, was studied in crosses involving four Brazilian wheats (*Triticum aestivum* L.) (IAS 55, Nobre, B 20 and PF 70553) and two alien wheats (Yugoslávia 715/70 and NS 1406). The parents, their F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> cross generations, and the two first backcrosses (BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> and BC<sub>2</sub>F<sub>1</sub>) were investigated to obtain a better understanding of how heading time is inherited and to assess the possibility of changing this trait through selection. Gene action appeared to be additive and of dominance. Evidence for epistasis, as an important contributor to heading time, was lacking. A minimum of three genetic factors or blocks of genes appear to control heading time. While long cycle wheats carry recessive alleles at all three loci, the short cycles are governed by one or two dominant genes. Heritability for heading time was estimated to be high, indicating that considerable progress could be made in shifting mean heading time by selecting and recombining early-heading F<sub>2</sub> plants.

Index terms: inheritance, heading time, *Triticum aestivum* L., backcrosses.

## INTRODUÇÃO

Indiscutivelmente, o fotoperiodismo e a vernalização são os dois fatores mais importantes que afetam o período de espigamento. O melhoramento genético, através da pressão de seleção, objetiva ajustar a fase de desenvolvimento da planta de trigo com o mesmo efeito de condições ambientais negativas e, ao mesmo tempo, procura extrair o máximo das vantagens oferecidas pelo período sexual. A resposta a estes dois fatores representa uma estratégia adaptativa que tem sofrido profun-

da evolução no processo de ajustamento da fase de desenvolvimento de planta com os das necessidades ambientais.

Resultados provenientes de estudos fisiológicos indicam que genótipos de trigo diferem expressivamente em suas respostas do comprimento do dia e em relação às exigências de temperatura, do período de emergência ao início do espigamento.

O conhecimento das diferenças entre as bases genéticas que condicionam a data de espigamento em plantas de trigo parece ser da mais alta importância, pois determina a utilização adequada de técnicas de indução das populações híbridas e métodos de seleção a ser empregados no melhoramento de plantas. Conseqüentemente, o presente trabalho teve como objetivo principal o estudo dos mecanismos da mudança do caráter espigamento, através de análise de diferentes cruzamentos de genótipos de trigo brasileiros e introduzidos.

Segundo Qualset & Puri (1973), o fotoperiodismo e a temperatura durante o desenvolvimento da

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 28 de abril de 1982.  
Contribuição do Departamento de Fitotecnia/UFSC

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Ph.D. Departamento de Fitotecnia, CCA/Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Caixa Postal 476, CEP 88000 - Florianópolis, SC.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D. Departamento de Fitotecnia, CCA/Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Caixa Postal 476, CEP 88000 - Florianópolis, SC.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., UFSC - Florianópolis, SC.

planta são fatores de alta importância na indução floral do trigo. No entanto, quando os mecanismos de herança são determinados a campo, estes dois fatores estão confundidos e não permitem a identificação dos seus efeitos em separado.

A maior parte das investigações científicas realizadas em trigo para estimar o número de genes ou fatores efetivos que controlam o espigamento da planta, revela valores de um a três genes independentes (Allard 1956, Johnson et al. 1966, Klaimi & Qualset 1973, Pugsley 1965, Rosa 1971, Calzolari et al. 1979).

Embora a ação gênica varie conforme a população empregada, vários autores, como Amaya et al. (1972), Bhatt (1972) e Klaimi & Qualset (1973), relatam a aditividade como o fator mais importante para o caráter espigamento em trigo. No entanto, o efeito de desvio de dominância para plantas com espigamento mais precoce foi determinado por Ketata et al. (1976), Johnson et al. (1966), Klaimi & Qualset (1973), Pugsley (1965) e Rosa (1971). Além disto, um certo efeito de dominância para plantas com espigamento mais tardio foi detectado por Rosa (1971). A ação gênica epistática, como fonte importante de variação genética para o caráter espigamento em trigo, foi observado por Ketata et al. (1976) e por Klaimi & Qualset (1973).

A herdabilidade do caráter parece ser bastante expressiva, pois valores superiores a 0,80 têm sido estimados na maioria dos trabalhos, independente dos genitores empregados (Johnson et al. 1966, Ketata et al. 1976, Khadr 1971, Pugsley 1971).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os genitores e os cruzamentos com suas respectivas gerações, empregados neste trabalho, estão inseridos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

No dia 9 de junho de 1978 foram estabelecidos a campo os onze cruzamentos com suas respectivas gerações, semeadas em um esquema experimental de blocos casualizados, com duas repetições. As parcelas não apresentaram um padrão único quanto ao número de fileiras, que variaram conforme a disponibilidade de sementes, sendo que as parcelas dos genitores sempre foram constituídas de duas fileiras por repetição. Cada fileira possuía três metros de comprimento, separadas entre si por 0,30 m, com uma distância igual entre plantas dentro de cada fileira. A adubação aplicada constou de 300 kg/ha da fórmula 15-30-10 (N-P-K-) antes da semeadura e mais 22,5 kg/ha de N em cobertura, conforme recomendação do laboratório de análise do solo na UFRS.

A data de espigamento foi caracterizada quando, aproximadamente, dois terços da primeira espiga de cada planta estavam livres da folha bandeira, e computada em dias desde a data da semeadura. As leituras foram realizadas de três em três dias individualmente para cada planta, até o final do espigamento de todas as plantas.

A análise das médias e das variâncias tiveram como base os métodos propostos por Hayman (1958) e Allard (1960).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do cruzamento B 20 x PF 70553, nos demais foi detectada a variabilidade genética, como pode ser observado pela variância genética total e pelos efeitos ambientais na Tabela 3. Os maiores efeitos ambientais foram estimados em cruzamentos envolvendo o genótipo IAS 55, mas com reduzida contribuição para a variância fenotípica.

TABELA 1. Origem, genealogia, número médio de dias da semeadura ao espigamento e classificação quanto ao ciclo das cultivares utilizadas como genitores.

Cultivar	Origem	Genealogia	Nº médio de dias p/espigamento	Classificação quanto ao ciclo
IAS 55	Brasil	Desconhecida	97	Precoce
Nobre	Brasil	Colotana 296-62 x (Colotana 824 - Yaktana 54)	101	Precoce
B 20	Brasil	Klein 466 x IAS 20	106	Semitardio
PF 70553	Brasil	IAS 51 x (AIS 20 - ND 81)	106	Semitardio
Yugoslávia 715/70	Iugoslávia	Desconhecida	107	Semitardio
NS 1406	Iugoslávia	Lutescens 7 x NS 310	125	Tardio

pica. Por outro lado, as maiores variâncias genéticas estimadas nos cruzamentos envolviam o genótipo NS 1406.

A decomposição da variância genética total em seus componentes, conforme método descritos por Allard (1960), demonstrara, que os efeitos aditivos foram os mais expressivos na maioria dos cruzamentos, e embora os desvios de dominância tivessem participação num razoável número de diferentes cruzamentos (Tabela 3). Estes efeitos de dominância detectados nos diversos genótipos sempre foram em relação à característica precocidade, principalmente nos cruzamentos de IAS 55 x NS

1406 e IAS 55 x Yugoslávia 715/70 (Fig. 1). Estes dados estão de acordo com os observados por Amaya et al. (1972), Bhatt (1972), Johnson et al. (1966), Ketata et al. (1976), Klaimi & Qualset (1973), Pugsley (1965) e Rosa (1971).

Dos dez cruzamentos em que foram obtidas as seis gerações, a análise (Hayman 1958) revelou uma alta probabilidade para os três parâmetros média, aditividade e dominância, os quais estão incluídos na Tabela 4. Ao contrário do que foi descrito por Ketata et al. (1976) e Klaimi & Qualset (1973), nenhum cruzamento mostrou efeito epistático como componente importante da variância

TABELA 2. Cruzamento e suas respectivas gerações empregadas na análise genética do caráter espigamento em trigo, Guaíba, 1978.

Cruzamento	Gerações					
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>
IAS 55 x NS 1406	+	+	+	+	+	+
Nobre x NS 1406	+	+	+	+	+	+
B 20 x NS 1406	+	+	+	+	+	-
PF 70553 x NS 1406	+	+	+	+	+	+
Yugoslávia 715/70 x NS 1406	+	+	+	+	+	+
B 20 x Yugoslávia 715/70	+	+	+	+	+	+
PF 70553 x Yugoslávia 715/70	+	+	+	+	+	+
B 20 x PF 70553	+	+	+	+	+	+
IAS 55 x Nobre	+	+	+	+	+	+
IAS 55 x PF 70553	+	+	+	+	+	+
IAS 55 x Yugoslávia 715/70	+	+	+	+	+	+

Gerações incluídas (+) ou não (-) na análise

TABELA 3. Variância fenotípica total (FV), variância ambiental (VE), variância genética total (VG), variância aditiva (VA) e variância dos desvios de dominância (VD), obtidos segundo critérios estabelecidos por Allard (1960) para o caráter espigamento em onze cruzamentos de trigo na E.E.A./UFRS, Guaíba, 1978.

Cruzamentos	VF	VE	VG	VA	VD
IAS 55 x NS 1406	91,19	13,50	77,69	69,50	8,19
Nobre x NS 1406	64,05	8,58	55,47	65,35	-
B 20 x NS 1406	60,30	6,60	53,70	48,00	5,70
PF 70553 x NS 1406	68,40	5,85	62,55	70,67	-
Yugoslávia 715/70 x NS 1406	58,66	6,23	52,43	20,68	31,75
B 20 x Yugoslávia 715/70	30,75	8,59	22,16	42,88	-
PF 70553 x Yugoslávia 715/70	33,14	9,10	24,04	39,52	-
B 20 x PF 70553	14,56	7,41	7,15	-	-
IAS 55 x Nobre	83,50	16,99	66,51	69,10	-
IAS 55 x PF 70553	65,20	9,11	56,09	49,20	6,89
IAS 55 x Yugoslávia 715/70	56,50	16,13	40,37	37,30	3,07

genética total. Possivelmente os genótipos empregados neste trabalho apresentam mecanismos mais simples de herança do caráter espigamento, do que aqueles estudados por outros autores.

A herdabilidade no sentido amplo foi bastante expressiva com valores variando de 0,71 a 0,91,

enquanto que a herdabilidade no sentido restrito oscilou entre 0,35 e 1,39, apresentando valores superiores à unidade (Tabela 5). Este fato é devido, talvez, ao pequeno número de indivíduos em algumas gerações deste cruzamento, principalmente nas populações RC<sub>1</sub> e RC<sub>2</sub>, causando uma estimativa inadequada da variância destas populações. Valores expressivos de herdabilidade para este caráter também foram obtidos por Johnson et al. (1966), Ketata et al. (1976) e Khadr (1971).

A análise detalhada da distribuição de frequência das seis gerações permitiu testar proporções esperadas de plantas precoces, intermediárias e tardias nas gerações segregantes de todos os cruza-

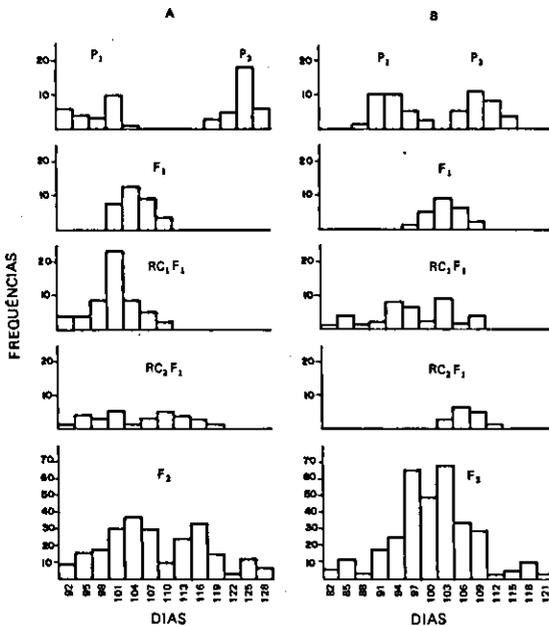


FIG. 1. Distribuição de frequências das gerações P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, RC<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, RC<sub>2</sub>F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> dos cruzamentos IAS 55 VS NS 1406 (a) e IAS 55 VS Yugoslávia 715/70 (b), E.E.A./UFRS, Guaíba, RS, 1978.

TABELA 5. Estimativa da herdabilidade no sentido amplo ( $h^2_a$ ) e no sentido restrito ( $h^2_r$ ) do caráter espigamento, em dez cruzamentos de trigo, E.E.A./UFRS, Guaíba, 1978.

Cruzamento	$h^2_r$	$h^2_a$
IAS 55 x NS 1406	0,86	0,75
Nobra x NS 1406	0,87	1,02
B 20 x NS 1406	0,89	0,80
PF 70553 x NS 1406	0,91	1,03
Yugoslávia 715/70 x NS 1406	0,89	0,35
B 20 x Yugoslávia 715/70	0,72	1,39
PF 70553 x Yugoslávia 715/70	0,72	1,19
IAS 55 x Nobre	0,80	0,83
IAS 55 x PF 70553	0,85	0,76
IAS 55 x Yugoslávia 715/70	0,71	0,66

TABELA 4. Valores do  $\chi^2$  e probabilidade para os três parâmetros, média, aditividade e dominância, segundo Hayman (1958) para o caráter espigamento em dez cruzamentos de trigo, E.E.A./UFRGS, Guaíba, 1978.

Cruzamentos	Média	Aditiva	Dominância	$\chi^2$	P
IAS 55 x NS 1406	107,91	13,26	5,34	1,44	0,20 - 0,30
Nobre x NS 1406	111,43	11,30	1,91	0,12	0,70 - 0,80
PF 70553 x NS 1406	112,19	9,26	6,78	0,11	0,70 - 0,80
Yugoslávia 715/70 x NS 1406	115,88	9,03	0,73	0,14	0,70 - 0,80
B 20 x Yugoslávia 715/70	105,79	1,10	1,69	0,22	0,50 - 0,70
PF 70553 x Yugoslávia 715/70	106,00	0,27	1,43	0,05	0,80 - 0,90
B 20 x PF 70553	106,15	0,80	0,31	0,12	0,70 - 0,80
IAS 55 x Nobre	96,99	1,71	3,78	0,06	0,80 - 0,90
IAS 55 x PF 70553	101,54	4,98	1,98	1,19	0,20 - 0,30
IAS 55 x Yugoslávia 715/70	100,58	5,03	1,98	0,03	0,80 - 0,90

mentos (Tabela 6). Os cruzamentos envolvendo o genótipo de ciclo mais longo NS 1406 com genótipos semitardios, (B 20, PF 70553 e Yugoslávia 715/70), revelaram diferenças de um gene maior. O cruzamento NS 1406 com genótipos precoces IAS 55 e Nobre evidenciaram a presença de dois genes maiores e independentes, influenciando o caráter (Tabela 6).

O grupo de cruzamento entre os genótipos de ciclo semitardio, (B 20, PF 70553 e Yugoslávia 715/70) demonstram mecanismos semelhantes de herança do caráter. Embora estes genótipos não apresentassem diferenças quanto ao número médio de dias da semeadura ao espigamento (Tabela 1), os cruzamentos dos genótipos B 20 e PF 70553

com Yugoslávia 715/70 revelaram grande variabilidade genética (Tabela 3), além de uma alta frequência de indivíduos superiores e inferiores aos pais. Estes dados, associados às proporções testadas para as gerações destes cruzamentos, possibilitaram estimar uma diferença de dois genes maiores e independentes entre estes genótipos, bem como a presença de segregações transgressivas com intensidade que permite caracterizar a presença de um gene maior em B 20 e PF 70553 e outro gene diferente em Yugoslávia 715/70, para este caráter. A presença de segregações transgressivas nestes cruzamentos possibilitam a seleção de indivíduos mais precoces e mais tardios que os genitores, o que também foi reportado por Khadr

TABELA 6. Número de plantas precoces, intermediárias e tardias, proporção testada e respectiva probabilidade para as gerações  $F_2$ ,  $RC_1$  e  $RC_2$  do caráter espigamento em dez cruzamentos de trigo, E.E.A./UFRRS, Guafaba, 1978.

Cruzamentos	Gerações	Nº de plantas			Proporção testada	P %
		Precoces	Interm.	Tardias		
IAS 55 x NS 1406	$F_2$	137	88	17	9:6:1	0,90 - 0,95
	$RC_1$	53	0	0	1:0:0	0,10
	$RC_2$	8	15	3	1:2:1	0,20 - 0,30
Nobre x NS 1406	$F_2$	150	98	15	9:6:1	0,99 - 0,995
	$RC_1$	44	1	0	1:0:0	0,80 - 0,90
	$RC_2$	9	18	7	1:2:1	0,97 - 0,99
B 20 x NS 1406	$F_2$	199	0	65	3:0:1	0,80 - 0,90
	$RC_1$	42	0	1	1:0:0	0,80 - 0,90
PF 70553 x NS 1406	$F_2$	215	0	68	3:0:1	0,90 - 0,95
	$RC_1$	85	0	4	1:0:0	0,90 - 0,95
	$RC_2$	34	0	31	1:0:1	0,80 - 0,90
Yugoslávia 715/70 x NS 1406	$F_2$	169	0	62	3:0:1	0,50 - 0,70
	$RC_2$	37	0	32	1:0:1	0,50 - 0,70
	$RC_1$	41	0	3	1:0:0	0,50 - 0,70
B 20 x Yugoslávia 715/70	$F_2$	20	287	20	1:14:1	0,97 - 0,99
	$RC_1$	0	29	1	0:1:0	0,80 - 0,90
	$RC_2$	0	24	0	0:1:0	1,00
PF 70553 x Yugoslávia 715/70	$F_2$	14	163	9	1:14:1	0,50 - 0,70
	$RC_1$	5	61	0	0:1:0	0,50 - 0,70
	$RC_2$	0	33	0	0:1:0	1,00
IAS 55 x Nobre	$F_2$	98	212	25	5:10:1	0,50 - 0,70
	$RC_1$	16	48	0	1:3:0	0,50 - 0,70
	$RC_2$	7	26	0	1:3:0	0,50 - 0,70
IAS 55 x PF 70553	$F_2$	288	0	98	3:0:1	0,80 - 0,90
	$RC_1$	61	0	1	1:0:0	0,80 - 0,90
	$RC_2$	16	0	18	1:0:1	0,70 - 0,80
IAS 55 x Yugoslávia 715/70	$F_2$	18	295	5	3:60:1	0,70 - 0,80
	$RC_1$	4	32	0	1:7:0	0,80 - 0,90
	$RC_2$	0	14	0	0:1:0	1,00

(1971). Por outro lado, a ausência de variância genética no cruzamento B 20 x PF 70553 (Tabela 3) permite que estas cultivares possuam as mesmas constituições genéticas para o caráter espigamento.

Os cruzamentos envolvendo o genótipo precoce IAS 55 evidenciaram mecanismos diferenciados (Tabela 6) quando combinado com outro genótipo precoce como Nobre, surgindo uma intensa segregação transgressiva e um mecanismo de controle de caráter com base em dois genes maiores, sendo um presente em IAS 55 e outro localizado em cromossoma diferente contido em Nobre. Nos cruzamentos de IAS 55 com genótipos semitardios PF 70553 e Yugoslávia 715/70, os mecanismos de herança do caráter foram distintos, demonstrando a existência de diferença genética entre os genótipos semitardios. Na combinação IAS 55 x PF 70553, a diferença detectada foi de apenas um gene maior, enquanto que no cruzamento IAS 55 x Yugoslávia 715/70 a estimativa recai sobre três genes maiores independentes influenciando o caráter, sendo dois presentes na constituição do genótipo IAS 55 e um no Yugoslávia 715/70.

Baseado na análise em conjunto dos mecanismos de herança do caráter espigamento em trigo, pode ser sugerido que três genes independentes controlam a manifestação deste caráter no material testado. O IAS 55 e o Nobre possivelmente contêm dois genes dominantes e um recessivo, mas diferenciando na ação gênica em dois locos, o que caracteriza uma distinção, entre ambas, de dois genes. Da mesma forma, o B 20, PF 70553 e o Yugoslávia 715/70 devem ter em suas constituições apenas um gene dominante e dois recessivos, sendo que o dominante está localizado em diferentes locos, exceto para o caso do B 20 e PF 70553 que não diferem geneticamente, fora este caráter. O NS 1406 parece não incluir em sua constituição nenhum gene dominante influenciando o caráter.

O pequeno número de fatores efetivos controlando a manifestação, os altos valores obtidos para a herdabilidade, bem como a ausência de efeitos epistáticos no mecanismo controlador do caráter revelaram a existência de uma reduzida dificuldade de seleção. Portanto, os genótipos introduzidos NS 1406 e Yugoslávia 715/70 podem ser utilizados

sem maiores problemas de melhoramento uma vez que não parece ser difícil a seleção de indivíduos precoces em cruzamento entre genótipos e cultivares nacionais adaptados.

## CONCLUSÕES

1. Variabilidade genética para caráter espigamento foi detectada não só entre genótipos de ciclos diferentes mas também entre genótipos de mesmo ciclo.

2. Dos componentes da variância genética, os efeitos aditivos e de desvio de dominância foram expressivos.

3. Os genótipos de ciclo mais precoce foram os que revelaram possuir genes com dominância completa ou parcial em relação aos de ciclo mais longo.

4. Nos genótipos utilizados neste estudo o número de fatores efetivos no controle do caráter foi no máximo de três, variando de um a três genes maiores e independentes.

5. Os genótipos B 20 e PF 70553 parecem possuir a mesma constituição genética para o caráter espigamento.

6. Há grande viabilidade no uso de genótipos introduzidos NS 1406 e Yugoslávia 715/70 em programas de melhoramento de plantas de trigo, considerando que indivíduos precoces aparecem nas gerações segregantes provenientes do cruzamento destes trigos tardios com genótipos nacionais de menor ciclo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do "PIG-II" (Plano Integrado de Genética - CNPq) e da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRS.

## REFERÊNCIAS

- ALLARD, R.W. Biometrical approach to plant breeding. In: BROKHAVEN SYMPOSIUM IN BIOLOGY, New York, 9: 69-88, 1956.
- ALLARD, R.W. Principles of plant breeding. 3.ed., New York, John Wiley, 1960. 485p.

- AMAYA, A.A.; BUSCH, R.H. & LEBSOCK, K.L. Estimates of genetic effects of heading date, plant height, and grain yield in durum wheat. *Crop Sci.*, 12:478-81, 1972.
- BHATT, G.M. Inheritance of heading date, plant height, and kernel weight in two spring wheat crosses. *Crop Sci.* 12:95-8, 1972.
- CALZOLARI, A.M.; POLIDORO, O.O. & CONTA, H.O. Herencia de los caracteres ciclo a espigazón y cantidad de espiguillas por espiga en un cruzamiento de trigo (*T. aestivum* L.). Pergamino, Argentina, INTA, 1979. 11p. (Informe Técnico, 160).
- HAYMAN, B.I. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generations means. *Heredity*, London, 12:371-90, 1958.
- JOHNSON, V.A.; BIEVER, K.J.; HAUNOLD, A. & SCHMIDT, J.W. Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat, *Triticum aestivum* L. *Crop Sci.*, Madison, 6(4): 336-8, 1966.
- KETATA, H.; EDWARDS, L.H. & SMITH, E.L. Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat cross. *Crop Sci.*, Madison, 16(1): 19-22, 1976.
- KHADR, F.H. Variability and covariability for plant height, heading date, and seed weight in wheat crosses. *Theor. Appl. Genet.* Berlin, 41(3):100-3, 1971.
- KLAIMI, Y.Y. & QUALSET, C.O. Genetics of heading time in wheat (*Triticum aestivum* L.). I. The inheritance of photoperiodic response. *Genetics*, Austin, 74:139-56, 1973.
- PUGSLEY, A.T. The photoperiodic sensitivity of some spring wheats with special reference to the variety Thatcher. *Aust. J. Agric. Res.*, 17: 591-9, 1965.
- PUGSLEY, A.T. A Genetic analyses of the spring - winter habit of growth in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, 22: 21-31, 1971.
- QUALSET, C.O. & PURI, Y.P. Heading time in a world collection of durum wheat: photo and thermal-sensitivity related to latitudinal responses and geographic origins. In: SYMPOSIUM ON GENETICS AND BREEDING OF DURUM WHEAT. *Proceedings ...* 1973. p.165-78.
- ROSA, O. S. Herencia de fecha de espigamiento en ocho variedades de trigo de primavera (*T. aestivum* L.). Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, 1971. 90p.