

ROTAÇÃO DE CULTURAS COMO FATOR DE INCREMENTO NO RENDIMENTO DE TRIGO: 37 ANOS DE AVALIAÇÕES

Anderson Santi^{1(*)}, Genei Antonio Dalmago¹ e Henrique Pereira dos Santos¹

¹Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, Km 294, Caixa Postal 3081, CEP 99050-970 Passo Fundo, RS. (*) Autor para correspondência: anderson.santi@embrapa.br

Embora a aplicação da base científica, construída durante o século passado, tenha permitido triplicar a produção de cereais, existem desafios associados à crescente demanda alimentar gerada pelas nove bilhões de pessoas estimadas para existirem em 2050 (Alexandratos; Bruinsma, 2012) e, ao mesmo tempo, à preservação de recursos naturais e da biodiversidade (Trewavas, 2002). Entre as principais culturas agrícolas, o trigo responde por aproximadamente um quinto da demanda mundial de alimentos (Ortiz et al., 2008), demonstrando sua relevância em suprir necessidades alimentares. O reflexo disso pode ser observado em países como Brasil, Argentina, Uruguai, Equador, Colômbia, onde esta cultura é responsável por até 30% da energia consumida na dieta alimentar (Ray et al., 2013).

Atualmente, grande parte da limitada produção interna de trigo no Brasil deve-se a fatores que estão fora da propriedade e, portanto, longe do alcance do agricultor. Porém, existe espaço importante para aumentar o rendimento de grãos de trigo e para melhorar a eficiência da agricultura na região tritícola do País, mediante a adoção de indicações técnicas, geradas a partir de bases de dados seguras.

A genética é um dos principais pilares do avanço no rendimento de grãos do trigo no Brasil. Porém, o desafio de aumentar a produção também passa por alternativas de manejo da cultura que demonstrem ser capazes de consolidar rendimentos de grãos elevados ao longo do tempo. Nesse sentido, experimentos de longa duração são fundamentais na geração e na disponibilização de bases de dados consistentes para gerar conhecimento científico relativo a práticas agronômicas relevantes em termos de estabilidade

produtiva dos sistemas de produção (Schillinger, 2010) e no contexto da produção agrícola sustentável (Mitchell et al., 1991), bem como no estudo da evolução do rendimento de grãos das culturas. Além disso, ao apresentar informações consistentes, validadas por décadas de condução experimental em campo, os experimentos de longa duração consolidam informações que podem ser adotadas pelo agricultor.

Este trabalho objetivou avaliar o rendimento de grãos de trigo, cultivado em rotação e em sucessão de culturas, em um experimento de longa duração, sob sistema plantio direto no Sul do Brasil, após 37 anos de condução.

O estudo foi realizado em um experimento estabelecido em 1980 no campo experimental da Embrapa Trigo, Passo Fundo (RS) e que ainda se encontra em condução. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Santos et al., 2013). Os tratamentos constam de uma monocultura e onze rotações de culturas, estabelecidos em quatro modelos de produção, arranjados de forma a possibilitar a avaliação do cultivo de trigo sobre trigo, um ano sem trigo, dois anos sem trigo e três anos sem trigo (Tabela 1). Os tratamentos 9, 10, 11 e 12, até o ano de 1994, também rotacionavam o trigo a cada quatro anos (três anos sem trigo), sendo, após esta data, modificados para a atual estrutura (um ano sem trigo). Entre 1980 a 1983 o milho e as culturas de inverno foram semeadas sob preparo convencional (Santos et al., 1990). A soja, a partir de 1980, o milho, a partir de 1984 e as culturas de inverno, a partir de meados da década de 1990, foram conduzidas sob sistema plantio direto até o presente. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com doze tratamentos e quatro repetições. As parcelas medem 120 m². O manejo da adubação e os tratos culturais consideraram a evolução das indicações técnicas para o trigo, bem como para as demais culturas utilizadas no decorrer dos 37 anos de avaliações. A série histórica do rendimento de grãos de trigo foi compilada para o período de 1980 a 2017, desconsiderando o ano de 2006, em que a safra foi perdida por ocasião de geada severa no florescimento. Os dados de rendimento de grãos do trigo foram submetidos a análise da variância e as médias foram comparadas, por modelo de produção e dentro do ano, pelo teste

de Tukey (5%). Além disso, comparou-se as médias dos períodos 1980 a 1984, 1985 a 2017 e 1980 a 2017, bem como foi efetuado o cálculo do rendimento relativo de grãos nesses períodos. No modelo 4 não foi efetuada a análise do período total, em função da modificação ocorrida a partir de 1995 (passou de três anos sem trigo para um ano sem trigo). Também foi apresentado o rendimento relativo de trigo (considerada a monocultura como 100%), com os desvios padrões, dentro de cada período, conforme mencionado acima.

No transcorrer dos 37 anos avaliados as rotações de culturas estabelecidas com dois e com três anos sem trigo apresentaram rendimento médio de grãos superior à monocultura em 81% dos anos e esta nunca foi superior aos modelos de dois e três anos sem trigo. A rotação do modelo 4 (atual 1 ano sem trigo), de 1980 a 1994, foi superior à monocultura em 93% dos anos. Nos anos subsequentes, já estabelecida como um ano sem trigo, somente em 55% dos anos o rendimento foi superior à monocultura. Problemas causados por doenças de raízes no trigo, como o mal do pé (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) e podridão-comum (*Bipolaris sorokiniana*), eram enfrentados em décadas passadas e indicavam a falta de rotação de culturas como o principal fator de baixos rendimentos de grãos (Diehl, 1979; Santos et al., 1990), fato comprovado pelos resultados obtidos neste ensaio, que demonstraram efeito positivo da rotação sobre o rendimento de grãos de trigo.

Na Tabela 2, observou-se que o rendimento médio de trigo nas rotações foi superior em 16 sacas por hectare relativo à monocultura nos primeiros 15 anos do estudo, o que representou um acréscimo de 54%, em termos de rendimento médio relativo (Figura 1). Quando a rotação do modelo 4 foi modificada, a partir de 1995 (até 2017), produziu 12 sacas por hectare a mais do que o monocultivo (Tabela 2), porém perdeu eficiência em termos de rendimento médio relativo de grãos, alcançando 21% em relação ao monocultivo (Figura 1). No entanto, este período mais recente de avaliação demonstrou que a rotação com dois anos sem trigo foi suficiente para obter rendimento de grãos de 14 sacas por hectare a mais do que o monocultivo (Tabela 1), gerando acréscimo relativo de 33% em relação ao monocultivo

(Figura 1). O rendimento médio de trigo nos 37 anos para as rotações que compõem os modelos 2 e 3 variou de 14 sacas a 16 sacas por hectare superior ao monocultivo, respectivamente (Tabela 2), que correspondem a 38% e a 43% em termos de rendimento relativo médio (Figura 1).

Os resultados observados neste trabalho confirmam a importância da rotação de culturas para a obtenção de maiores rendimentos de grãos de trigo e demonstram que um modelo de rotação composto por um intervalo de dois anos sem trigo é suficiente para a obtenção dos melhores potenciais produtivos, quando comparado ao monocultivo de trigo e/ou à rotação de um ano sem trigo.

Referências Bibliográficas

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. Rome: FAO, Agricultural Development Economics Division, 2012. 147 p. (ESA. Working paper, n. 12-03). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2018.

DIEHL, J. A. Influência de sistemas de cultivo sobre podridões de raízes de trigo. **Summa Phytopathologica**, v. 5, n. 3/4, p. 134-139, 1979.

MITCHELL, C. C.; WESTERMAN, R. L.; BROWN, J. R.; PECK, T. R. Overview of long-term agronomic research. **Ag. Journal**, v. 83, n. 1, p. 24-29, 1991.

ORTIZ, R.; SAYRE, K. D.; GOVAERTS, B.; GUPTA, R.; SUBBARAO, G. V.; BAN, T.; HODSON, D.; DIXON, J. M.; ORTIZ-MONASTERIO, J. I.;

REYNOLDS, M. Climate change: Can wheat beat the heat? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 126, n. 1/2, p. 46-58, 2008.

RAY, D. K.; MUELLER, N. D.; WEST, P. C.; FOLEY, J. A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. **PLoS ONE**, v. 8, n. 6, 2013. 8 p. e66428.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M.; PEREIRA, L. R. Rotação de culturas. XVII. efeitos no rendimento de grãos e nas doenças do sistema radicular do trigo de 1980 a 1987. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 11, p. 1627-1635, 1990.

SCHILLINGER, W. F. Practical lessons for successful long-term cropping systems experiments. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 26, n. 1, p. 1-3, 2010.

TREWAVAS, A. Malthus foiled again and again. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 668-670, 2002.

TABELA 1. Rotação e sucessão de culturas estabelecidas no experimento de longa duração para trigo, com detalhe para os anos iniciais (1980 a 1983/1984) e os últimos avaliados (2014/2015 a 2017/2018). Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

Modelo de produção	Trat.*	Safr							
		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
1	1	T/S	T/S	Sucessão de trigo sobre trigo					
		T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
	2	T/S	Co/S	Ce/S	Tr/M	Ce/S	AP/Fe	N - T/S	AP/So
		Co/S	Ce/S	Tr/M	T/S	AP/Fe	N - T/S	AP/So	Ce/S
		T/S	Tr/M	T/S	Co/S	N - T/S	AP/So	Ce/S	AP/Fe
5	Tr/S	T/S	Co/S	Ce/S	AP/So	Ce/S	AP/Fe	N - T/S	
3	6	T/S	Tre	Tre/M	T/S	Erv/So	AB/S	T/S	Erv/So
		Tre	Tre/M	T/S	Tre	AB/S	T/S	Erv/So	AB/S
		Tre/M	T/S	Tre	Tre/M	T/S	Erv/So	AB/S	T/S
4	9	T/S	Co/S	Li/So	Tr/M	T/S	AP/So	T/S	AB/S
		Co/S	Li/So	Tr/M	T/S	AP/So	T/S	AB/S	T/S
		Po/S	Tr/M	T/S	Co/S	T/S	AB/S	T/S	AP/So
		Po/M	T/S	Co/S	Li/So	AB/S	T/S	AP/So	T/S

*Trat.: Tratamento. T: trigo, S: soja, Co: colza, Ce: cevada, Tre: trevo, Tr: tremço, Po: pousio, M: milho, Li: linho, AP: aveia preta, AB: aveia branca, So: sorgo, N: nabo forrageiro.

TABELA 2. Rendimento de grãos de trigo nos modelos de produção avaliados no experimento de longa duração para trigo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

Tratamento	Período avaliado		
	1980 a 1994	1995 a 2017	1980 a 2017
	Rendimento de grãos de trigo (sc ha ⁻¹)		
Monocultura	29 c**	43 c	37 c
Três anos sem trigo	44 ab	59 a	53 a
Dois anos sem trigo	43 b	57 a	51 b
Um ano sem trigo*	47 a	51 b	-
CV (%)	3,0	2,2	1,5

* De 1980 a 1994, esta rotação era composta por três anos sem trigo.

**Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem por Tukey (p<0,05).

FIGURA 1. Rendimento relativo de trigo nos modelos de produção avaliados no experimento de longa duração. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

As barras verticais indicam o desvio padrão das médias dos tratamentos do período avaliado.

* De 1980 a 1994, esta rotação era composta por três anos sem trigo.