

Avaliação de práticas culturais no rendimento de grãos e nas características agronômicas de sorgo¹

Henrique Pereira dos Santos², Renato Serena Fontaneli³,
Jane Rodrigues de Assis Machado⁴, Itamar Pacheco do Amarante⁵

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos tipos de manejo de solo e de sistemas de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos e as características agronômicas de sorgo, no período de 2003/04 a 2010/11, em Latossolo Vermelho Distrófico típico, na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS. Foram comparados quatro tipos de manejo de solo: 1) plantio direto, 2) cultivo mínimo, 3) preparo convencional de solo com arado de discos e grade de discos e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas e grade de discos; e três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo) e sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo). O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas, e três repetições. A parcela foi constituída pelos tipos de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. O cultivo mínimo e o sistema plantio direto apresentaram rendimento de grãos de sorgo mais elevado. O preparo convencional com arado de aivecas enquadrou-se em posição intermediária, enquanto o preparo convencional com arado de discos mostrou o menor rendimento de grãos de sorgo. O sorgo cultivado após ervilhaca no sistema II mostrou maior rendimento de grãos do que o sorgo cultivado após ervilhaca no sistema I. Não há diferença significativa nas características agronômicas de sorgo decorrentes do tipo de manejo de solo e dos sistemas de rotação de culturas.

Palavras-chave: rotação de cultura, sucessão de cultura, ervilhaca

Evaluation of cultural practices on yield and characteristics agronomic on sorghum

Abstract – The effects of soil management systems and crop rotation on sorghum yield characteristics agronomic were evaluated during the period 2003/04 to 2010/11 at EmbrapaTrigo, Passo Fundo, RS, Brazil. Four soil management systems: 1) no tillage, 2) minimum tillage, conventional tillage using a disk plow and a disk harrow, and 4) conventional using a moldboard and a disk harrow; and three crop rotation system I (wheat/soybean), system II (wheat/soybean and common vetch/sorghum), and system III (wheat/soybean, white oats/soybean and common vetch/sorghum) were compared. An experimental design of blocks at random, with split-plots and three replications, was used. The main plot was formed by the soil management systems, while the split-plot constituted of the crop rotation systems. Minimum tillage and no-tillage presented higher yield of sorghum, while conventional tillage using a moldboard plow remained in intermediate position and tillage using disk plow the lowest yield of sorghum. The yield of sorghum grown after common vetch in system II was higher than yield obtained for sorghum after common vetch in system I. No significant differences were observed in sorghum characteristics agronomic as a result of soil management and crop rotation systems.

Key words: crop rotation, crop succession, common vetch.

¹ Manuscrito submetido em 30/06/2011 e aceito para publicação em 20/10/2011

² Bolsista CNPq-PQ, Eng. Agr., Dr., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, Brasil, *E-mail:* hpsantos@cnpt.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa Trigo, Professor Titular da UPF-FAMV. *E-mail:* renatof@cnpt.embrapa.br

⁴ Eng. Agr., Dra., Embrapa Milho e Sorgo sediada na Embrapa Trigo. *E-mail:* jane@cnpt.embrapa.br

⁵ Técnico Agrícola, Embrapa Trigo. *E-mail:* itamar@cnpt.embrapa.br

Introdução

A rotação de culturas é fundamental como base de sustentação do sistema plantio direto (SANTOS e REIS, 2003). Nesse aspecto, a rotação na safra de verão, principalmente entre as culturas de milho e de soja, representa papel de destaque. Vários trabalhos de pesquisa salientam as vantagens da rotação de culturas na ciclagem de nutrientes por propiciar exportação diferenciada entre as culturas, equilíbrio biológico no controle de moléstias e insetos-pragas e mais alternativas nos controles culturais e químicos de plantas daninhas. Essas informações também são válidas para a cultura de sorgo.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos pela Embrapa (1988), além desses fatores, a cultura de sorgo caracteriza-se pela tolerância à seca e à elevada umidade do solo, adaptando-se à rotação de culturas em áreas destinadas ao controle de arroz vermelho e de outras plantas daninhas da lavoura de arroz. A resistência de sorgo às condições de estresse de umidade é, em parte, devido ao controle mais efetivo da transpiração, em comparação a outras culturas.

Segundo Gray et al. (1997), em casos de estiação mais prolongadas, as espécies vegetais agregadoras do solo oriundas de sistemas de rotação de culturas e sob sistema plantio direto, podem ajudar na manutenção da umidade do solo, devido ao fato de o solo não ser removido, possibilitando o armazenamento de água oriunda de precipitação pluviais anteriores a esse período.

No trabalho conduzido por Langdale et al. (1984), nos Estados Unidos da América, o sorgo cultivado sob sistema plantio direto (3.730 kg ha^{-1}) e sob cultivo mínimo (3.720 kg ha^{-1}) apresentou maior rendimento de grãos, em relação ao preparo convencional de solo com arado de discos (2.880 kg ha^{-1}). Assim, em lugares onde há escassez de água no solo, os sistemas conservacionistas de manejo de solo foram fundamentais para se obter maiores rendimento de grãos de sorgo do que o sistema de preparo convencional de solo.

O arranjo espacial e temporal de culturas componentes dos sistemas de produção sul-brasileiros, composto por espécies de inverno e de verão, tem contribuído para aumentar a estabilidade e os rendimentos de grãos das culturas (a exemplo do que é praticado na América do Norte), inclusive o milho e o sorgo (DICK e VAN DOREN Jr., 1985; LANGDALE et al., 1990; VARVEL, 1994). Os melhores rendimentos de grãos de milho e de sorgo foram obtidos usando-se a rotação de culturas com aveia branca, soja, trevo branco e trigo, em relação a monocultura dessas

gramíneas. Interessaria também avaliar o rendimento de grãos de milho e de sorgo em tipos de manejo de solo e de rotação de culturas. Porém, no trabalho conduzido por Santos et al. (2001), não foi observado diferenças para rendimento de grãos de sorgo nos sistemas de rotação de culturas estudados.

Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de tipos de manejo do solo e de sistemas de rotação de culturas no rendimento de grãos e nas características agronômicas de sorgo.

Material e Métodos

O ensaio foi instalado na Embrapa Trigo, no município de Passo Fundo, RS, desde abril de 1986, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2008). Os resultados apresentados nesse trabalho são os de 2003/04 a 2010/11.

Foi usado delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos tipos de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. A parcela principal media 360 m^2 (4 m de largura por 90 m de comprimento), e a subparcela, 40 m^2 (4 m de largura por 10 m de comprimento). Os tratamentos foram constituídos por quatro tipos de manejo de solo: 1) sistema plantio direto, 2) cultivo mínimo, 3) preparo convencional de solo com arado de discos mais grade de discos e 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas mais grade de discos; e por três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo) e sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo) (Tabela 1). Os híbridos de sorgo usados foram BRS 304, em 2003, 2004, 2006, 2007, 2009 e 2010, e BRS 310, 2005. A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a indicação para cada cultura (MANUAL, 2004) e baseada nos resultados de análise de solo. As amostras de solo usadas para indicação foram coletadas a cada três anos, depois da colheita das culturas de verão. O sorgo cultivado após a ervilhaca não recebeu adubação nitrogenada de cobertura.

A semeadura, o controle de plantas daninhas e os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme indicação para cada cultura, e a colheita de grãos foi efetuada com colhedora especial para parcelas experimentais. Foram efetuadas as seguintes determinações: população final de plantas m^{-2} , número de grãos por panícula, massa de grãos por panícula, massa de 1.000 grãos e rendimento de grãos de sorgo (com umidade corrigida para 13 %).

Tabela 1 - Tipos de manejo do solo e de rotação de culturas para rendimento de grãos de trigo. Passo Fundo, RS.

Rotação culturas	Tipo de manejo do solo				Subparcela							
	Parcela principal				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Sistema I	SPD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	SPD	PCD	PCA	PM	T/S	E/So	T/S	E/So	T/S	E/So	T/S	E/So
	SPD	PCD	PCA	PM	E/So	T/S	E/So	T/S	E/So	T/S	E/So	T/S
Sistema III	SPD	PCD	PCA	PM	T/S	E/So	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S	E/So
	SPD	PCD	PCA	PM	E/So	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S
	SPD	PCD	PCA	PM	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S	T/S

SPD: plantio direto.

PCD: preparo convencional de solo com arado de discos.

PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas.

PM: cultivo mínimo.

Ab: aveia branca, E: ervilhaca, S: soja, So: sorgo, e T: trigo.

Foi efetuada análise de variância do rendimento de grãos e de características agronômicas (dentro de cada ano e na média conjunta dos anos de 2003/04 a 2010/11). Considerou-se o efeito tratamento (diferentes tipos de manejos de solo e de rotação de culturas) como fixo, e o efeito ano como aleatório. As médias foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico Sas versão 8.2 (2004).

Resultados e Discussão

No período de 2003/04 a 2010/11, houve diferença entre as médias para rendimento de grãos, população final de plantas m^{-2} , número de grãos por panícula, massa de grãos por panícula e massa de 1.000 grãos de sorgo para o fator ano, indicando que essas características foram afetadas por variações meteorológicas ocorridas entre os anos (tabelas 2 e 3). Santos e Lhamby (2001), trabalhando com sistemas de rotação envolvendo a cultura de sorgo e ervilhaca durante dois anos, obtiveram diferenças para o efeito ano sobre rendimento de grãos de sorgo.

Não houve diferença no rendimento de grãos, população final de plantas, número de grãos por panícula, massa de grãos por panícula e massa de 1.000 grãos de sorgo para a interação ano *versus* sistemas de rotação de culturas e para interação ano *versus* tipos de manejo de solo *versus* sistemas de rotação de culturas (dados não publicados). Porém, houve diferença no rendimento de grãos do sorgo para tipos de manejo de solo e sistemas de rotação de culturas e interação ano *versus* tipos de

manejo de solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Langdale et al. (1990) para ano, para tipos de manejo de solo, para cultura antecessor, para interação tipos de manejo de solo *versus* cultura antecessora e para interação ano *versus* tipos de manejo de solo *versus* cultura antecessora.

Na análise anual, não se observou diferenças no rendimento de grãos de sorgo entre os tipos de manejo de solo, nos anos de 2003/04, 2004/05, 2007/08, 2008/09 e 2010/11 (Tabela 2). Porém, no ano de 2005/06, o sorgo cultivado no sistema plantio direto, no cultivo mínimo e preparo convencional de solo com arado de aivecas mostraram maior rendimento de grãos do que o sorgo cultivado no preparo convencional de solo com arado de discos. No ano de 2006/07, o sorgo cultivado nos manejos conservacionistas (plantio direto e cultivo mínimo) foram superiores para rendimento de grãos ao sorgo cultivado no preparo convencional de solo com arado de discos. No ano de 2009/10, o mais elevado rendimento de grãos de sorgo foi obtido em cultivado no cultivo mínimo e em sistema plantio direto, em relação ao sorgo cultivado no preparo convencional de solo com arado de aivecas.

Nos anos estudados e na análise conjunta dos anos, não houve diferença na população final de plantas m^{-2} , no número de grãos por panícula, na massa de grãos por panícula e na massa de 1.000 grãos de sorgo entre os tipos de manejo de solo (Tabela 2).

Na análise conjunta dos anos, houve diferença no rendimento de grãos entre os tipos de manejo do solo (Tabela 2). O rendimento de grãos de sorgo cultivado sob cultivo mínimo e sob sistema plantio direto foi superior ao sorgo cultivado sob preparo

Tabela 2 - Avaliação de tipos de manejo de solo, no rendimento de grãos, população final, número de grãos por panícula, massa de grãos por panícula e massa de 1.000 grãos de sorgo. Os híbridos de sorgo usadas foram BRS 304, em 2003, 2004, 2006, 2007, 2009 e 2010 e BRS 310, 2005. Passo Fundo, RS.

Ano	Tipo de manejo de solo			
	SPD	PCD	PCA	CM
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)				
2003/04	5.054 A	5.701 A	5.778 A	5.823 A
2004/05	2.881 A	3.481 A	3.505 A	3.038 A
2005/06	5.606 A	4.926 B	5.363 A	5.476 A
2006/07	6.025 A	5.021 B	5.592 AB	6.224 A
2007/08	6.827 A	6.124 A	5.809 A	7.005 A
2008/09	2.778 A	3.021 A	3.634 A	2.885 A
2009/10	4.703 AB	4.426 B	3.852 C	4.989 A
2010/11	6.160 A	5.821 A	6.140 A	6.159 A
Média	5.004 AB	4.815 B	4.959 AB	5.200 A
População final de plantas m ⁻²				
2003/04	22 A	23 A	23 A	23 A
2004/05	22 A	20 A	22 A	27 A
2005/06	32 A	34 Ab	39 A	36 A
2006/07	52 A	43 A	42 A	46 A
2007/08	21 A	19 A	19 A	24 A
2008/09	23 A	26 A	27 A	26 A
2009/10	25 A	31 A	33 A	39 A
2010/11	28 A	29 A	30 A	28 A
Média	28 A	28 A	29 A	31 A
Número de grãos por panícula				
2003/04	1.687 A	1.640 A	1.501 A	1.603 A
2004/05	1.158 a	1.365 A	1.144 A	1102 A
2005/06	1.164 A	1.028 A	1.061 A	1.029 A
2006/07	1.649 A	1.564 A	1.583 A	1.317 A
2007/08	1.481 A	1.549 A	1.286 A	1.337 A
2008/09	1.548 A	1.434 A	1.834 A	1.291 A
2009/10	823 A	739 A	705 A	706 A
2010/11	1.129 A	1.186 A	1.280 A	1.284 A
Média	1.328 A	1.313 A	1.299 A	1.208 A
Massa de grãos por panícula (g)				
2003/04	39 A	42 A	37 A	42 A
2004/05	26 A	34 A	26 A	23 A
2005/06	29 A	25 A	24 A	26 A
2006/07	40 A	36 A	36 A	33 A
2007/08	42 A	40 A	37 A	37 A
2008/09	40 A	39 A	48 A	35 A
2009/10	27 A	23 A	19 A	23 A
2010/11	31 A	32 A	34 A	37 A
Média	34 A	34 A	33 A	32 A

AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS CULTURAIS NO RENDIMENTO DE GRÃOS
E NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE SORGO

	Massa de 1.000 grãos (g)			
2003/04	23 B	26 A	25 A	26 A
2004/05	23 A	25 A	22 A	22 A
2005/06	25 A	24 A	23 A	25 A
2006/07	24 A	24 A	23 A	25 A
2007/08	28 A	25 A	29 A	28 A
2008/09	26 A	27 A	27 A	28 A
2009/10	33 A	31 A	28 A	28 A
2010/11	28 A	27 A	27 A	29 A
Média	26 A	26 A	25 A	27 A

SPD: sistema plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos;
PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas; e CM: cultivo mínimo.
Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

convencional de solo com arado de discos. O sorgo cultivado sob preparo convencional com arado de aivecas enquadrou-se em posição intermediária para rendimento de grãos. Na primeira avaliação do cultivo do sorgo, realizada por Santos e Lhamby (2004), no mesmo experimento, no período de 1994/95 a 1996/97, houve também diferença no rendimento de grãos entre os tipos de manejo de solo. O rendimento de grãos do sorgo cultivado no sistema plantio direto e no cultivo mínimo foi superior ao do sorgo cultivado no preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas. Tal resultado foi obtido atribuído à estiagem que ocorreu no período crítico da cultura durante os anos estudados.

De acordo com Kanemasu et al. (1976) e diversos autores, o consumo de água para o sorgo grânifero completar seu ciclo varia de 350 a 720 mm. Assis e Verona (1991), trabalhando com sorgo sacarino, na região de Pelotas, RS, obtiveram valor de consumo de água em torno de 460 mm. Entretanto, para a região de Passo Fundo, RS, a precipitação pluvial normal (1.000 mm) tem sido bem acima desses valores (BRASIL, 1992). Durante o período de estudo (2003/04 a 2010/11), houve duas safras, em que o rendimento de grãos e características agronômicas de sorgo foram afetadas negativamente pela forte estiagem que ocorreu na região de Passo Fundo, no período de dezembro, de 2004 (3.226 kg ha⁻¹) e pelo ataque de lagartas, no estágio de plântulas e no período de desenvolvimento e pela lagarta do cartucho, em 2008/09 (3.079 kg ha⁻¹).

Porém, nas safras de 2005/06, 2006/07 e 2009/10, o maior rendimento de grãos de sorgo nos manejos conservacionistas (sistema plantio direto

e cultivo mínimo), em comparação aos preparos convencionais de solo (preparo convencional de solo com arado de discos e com arado de aivecas), pode ser atribuído à precipitação pluvial insuficiente no período estudado, quando ocorreu déficit hídrico nos meses de novembro de 2005 (3 mm e 80 mm), janeiro (11 mm) e fevereiro (37 mm) de 2006 (CUNHA, 2006), nos meses de outubro (72 mm) e dezembro (55 mm) de 2006 (CUNHA, 2007) e nos meses de fevereiro (45 mm) e março (53 mm) de 2010 (PASINATO et al., 2010), períodos em que ocorre o enchimento de grãos, estresse ao qual o sorgo é suscetível (ASSIS e VERONA, 1991). Apesar disso, o sorgo é considerado uma planta tolerante à seca (ASSOCIAÇÃO, 1988).

Houve diferença no rendimento de grãos do sorgo entre alguns anos e entre as médias conjuntas dos anos (2003/04 a 2010/11) para sistemas de rotação de culturas (Tabela 3). Nos anos de 2009/10 e 2010/11 e na média conjunta dos anos o sorgo cultivado, no sistema III (trigo/soja, ervilhaca/sorgo e aveia branca/soja) foi superior para rendimento de grãos ao sorgo cultivado, no sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo). Não existe uma explicação plausível para essa diferença, já que não havia monocultura de sorgo. Na primeira avaliação do cultivo do sorgo, realizada por Santos e Lhamby (2004), no mesmo experimento, no período de 1994/95 a 1996/97, não houve diferença no rendimento de grãos entre os sistemas de rotação de culturas. No trabalho desenvolvido por Santos e Lhamby (2001), não foram encontradas diferenças no rendimento de grãos de sorgo entre os sistemas de rotação de culturas. No estudo de Santos e Lhamby (2001), havia vários sistemas de rotação de culturas

Tabela 3 - Avaliação de sistemas de rotação de culturas, no rendimento de grãos, população final, número de grãos por panícula, massa de grãos por panícula e massa de 1.000 grãos de sorgo. Os híbridos de sorgo usados foram BRS 304, em 2003, 2004, 2006, 2007, 2009 e 2010 e BRS 310, 2005. Passo Fundo, RS.

Ano	Sistemas de rotação de culturas	
	Sistema I	Sistema II
	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	
2003/04	5.696 A	5.482 A
2004/05	3.214 A	3.238 A
2005/06	5.228 A	5.458 A
2006/07	5.647 A	5.784 A
2007/08	6.397 A	6.486 A
2008/09	2.992 A	3.167 A
2009/10	4.316B	4.670 A
2010/11	5.721 B	6.419 A
Média	4.901 B	5.088 A
População final de plantas m ⁻²		
2003/04	22 A	24 A
2004/05	24 A	22 A
2005/06	35 A	35 A
2006/07	45 A	47 A
2007/08	21 A	20 A
2008/09	25 A	26 A
2009/10	33 A	31 A
2010/11	30 A	28 A
Média	29 A	29 A
Número de grãos por panícula		
2003/04	1.693A	1.523 B
2004/05	1.141 A	1.243 A
2005/06	1.022 A	1.120 A
2006/07	1.509 A	1.548 A
2007/08	1.387 A	1.440 A
2008/09	1.403 A	1.650 A
2009/10	713 A	774 A
2010/11	1.200 A	1.239 A
Média	1.258 A	1.317 A
Massa de grãos por panícula (g)		
2003/04	41 A	39 A
2004/05	27 A	27 A
2005/06	25 A	27 A
2006/07	36 A	37 A
2007/08	39 A	39 A
2008/09	38 A	43 A

AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS CULTURAIS NO RENDIMENTO DE GRÃOS
E NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE SORGO

2009/10	22 A	24 A
2010/11	33 A	34 A
Média	34 A	33 A
Massa de 1.000 grãos (g)		
2003/04	24 B	26 A
2004/05	24 A	22 A
2005/06	24 A	24 A
2006/07	24 A	24 A
2007/08	28 A	28 A
2008/09	28 A	26 A
2009/10	28 A	32 A
2010/11	29 A	27 B
Média	26 A	26 A

Sistema I: trigo/soja e ervilhaca/sorgo; e Sistema II: trigo/soja, ervilhaca/sorgo e aveia branca/soja; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

envolvendo o sorgo (sistema I: trigo/soja e ervilhaca sorgo; sistema II: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo; sistema III: trigo/soja, aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo; sistema IV: (trigo/soja, trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo; e sistema V: trigo/soja, trigo/soja, aveia preta/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo). De acordo com os mesmos autores, nos dois anos de pesquisa, o rendimento de grãos de sorgo em todos os sistemas foi relativamente próximo; daí não haver diferenças na média conjunta dos anos.

Na pesquisa conduzido por Langdale et al. (1990) nos Estados Unidos da América foram encontradas diferenças entre o rendimento de grãos a favor da rotação de culturas, em comparação com a monocultura dessa gramínea. Esses mesmos autores sugerem que o rendimento de grãos de sorgo responde à rotação de culturas com soja quando há distribuição adequada de precipitação pluvial. Em trabalho desenvolvido por Buxton et al. (1999), o sorgo após azevém produziu mais do que em monocultura.

Nos anos estudados e na análise conjunta dos anos, não houve diferença na população final de plantas, no número de grãos por panícula, na massa de grãos por panícula e na massa de 1.000 grãos de sorgo entre os sistemas de rotação de culturas (Tabela 3). Tem havido poucos trabalhos avaliando as características agronômicas do sorgo, em tipos de manejo de solo e de rotação de culturas.

O maior rendimento de sorgo ocorreu na safra de 2007/08 (6.442 kg ha⁻¹) e o menor na safra de 2004/05 (3.226 kg ha⁻¹).

Conclusões

O rendimento de grãos de sorgo sob cultivo mínimo e sob sistema plantio direto foi superior ao rendimento de grãos de sorgo cultivado sob preparo convencional de solo com arado de discos.

O sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/sorgo) destacou-se para rendimento de grãos, em comparação ao sistema II (trigo/soja e ervilhaca/sorgo).

Os tipos de manejo de solo e sistema de rotação de culturas não afetaram as características agronômicas do sorgo.

Referências

- ASSIS, F. N. e VERONA, L. A. F. Consumo de água e coeficiente de cultura do sorgo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 5, p. 665-670, maio 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO. Sorgo granífero: cultivo e utilização. Pelotas, 1989. 40 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.
- BUXTON, D. R.; ANDERSON, I. C.; HALLAN, A. Performance of sweet and forage sorghum grown continuously, double-cropped with winter rye, or in rotation with soybean and maize. Agronomy Journal, Madison, v. 91, n. 1, p. 93-101, 1999.
- CUNHA, G. R. Análise agrometeorológica da safra de soja 2005/2006, em Passo Fundo, RS. Soja: Resultados de pesquisa 2005/2006. Passo Fundo, 2006. p.21-35. (Embrapa Trigo. Documentos, 68).

- CUNHA, G. R. Análise agrometeorológica da safra de soja 2006/2007, em Passo Fundo, RS. Soja: Resultados de pesquisa 2006/2007. Passo Fundo, 2006. p. 11-22. (Embrapa Trigo. Documentos, 78).
- DICK, W. A.; VAN DOREN JR., D. M. Continuous tillage and rotation combination effects on corn, soybean, and oat yields. *Agronomy Journal*, Madison, v. 77, n. 3, p.459-465, 1985.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de milho e Sorgo. Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo. 3.ed.rev. atualiz. Sete Lagoas, 1988. 79 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 01).
- GRAY, A. W.; HARMAN, W. L.; RICHARDSON, J. W.; WIESE, A. F.; REGIER, G. C.; LANSFORD, V. D. Economic and financial viability of residue management: an application to the Texas High Plains. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v. 10, n. 1, p. 175-183, 1997.
- KANEMASU, E. T.; STONE, L. R.; POWERS, W. L. Evapotranspiration model tested for soybean and sorghum. *Agronomy Journal*, Madison, v. 4, n. 3, p. 569-572, 1976.
- LANGDALE, G. W.; HARGROVE, W. L.; GIDDENS, J. Residue management in double-crop conservation tillage. *Agronomy Journal*, Madison, v. 76, n. 4, p. 689-694, 1984.
- LANGDALE, G. W.; WILSON JR., R. L.; BRUCE, R. R. Cropping frequencies to sustain long-term conservation tillage systems. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.54, n.1, p.193-198, 1990.
- MANUAL de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394 p.
- PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da; DALMAGO, G. A.; SANTI, A. Análise agrometeorológica da safra de soja 2009/2010, em Passo Fundo, RS. Soja: resultados de pesquisa 2009/2010. Passo Fundo, 2010. p.11-25. (Embrapa Trigo. Documentos, 102).
- SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B. Efeito do manejo de solo e de rotação de culturas sobre o rendimento de grãos de sorgo. *Revista Científica Rural*, Bagé, v.9, n.2, 72-79, 2004.
- SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B. Rendimento de grãos de milho e de sorgo em sistemas de rotação de culturas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.7, n.1, p.49-58, 2001.
- SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas. In: SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas em plantio direto. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. Cap. 1, p. 11-132.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS system for Microsoft Windows, version 8.2. Cary, 2004.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126p.
- VARVEL, G. E. Monoculture and rotation system effects on precipitation use efficiency of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.86, n.1, p.204-208, 1994.