

Estimativa do desenvolvimento de diferentes cultivares de milho usando modelos agrometeorológicos não-lineares

**Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido,
IFMS Campus de Naviraí,
lucas.aparecido@ifms.edu.br**

**José Reinaldo Moraes,
IFMS Campus de Naviraí,
jose.moraes@ifms.edu.br**

**Cícero Teixeira Silva Costa,
IFMS Campus de Naviraí,
cicero.costa@ifms.edu.br**

**Daniel Zimmermann Mesquita,
IFMS Campus de Naviraí,
daniel.mesquita@ifms.edu.br**

**João Antônio Lorençone,
IFMS Campus de Naviraí,
joao.lorencone@gmail.com**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar o desenvolvimento de diferentes cultivares de milho usando modelos agrometeorológicos não-lineares. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), campus de Naviraí, localizada a 23° 03' 54'' S a 54° 11' 26'' W e altitude de 362 m. O experimento foi montado em uma área experimento de 400 m². O delineamento foi em blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos (cultivares) e 6 repetições. As cultivares testadas foram: AG7088, AG7098, AG8677, AG 9025, SW 5130 e SW 5560. Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Nos casos em que o valor do teste F foi significativo, foram

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



realizados testes de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância. Para isso, foi utilizado o software estatístico computacional “R”. A região de Naviraí-MS demonstrou apresentar condições climáticas favoráveis a produção da cultura do milho, pois todas as cultivares demonstraram um bom desenvolvimento. A cultivar de milho que teve a maior produtividade foi a AG8677 com 4,63 toneladas por hectares, enquanto que as cultivares com menor produtividade foram as SW 5560 e SW 5130, com valores de 2,21 e 2,25 toneladas por hectares, respectivamente.

Palavras-chave: *Zea mays*, diferentes cultivares, correlação de pearson.

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

O milho (*Zea mays*) é o cereal mais cultivado no mundo, com produção superior a 840 milhões de toneladas, na safra 2009/2010, e produtividade média de 5.194 kg ha⁻¹, sendo o Brasil o terceiro produtor mundial, depois dos EUA e China (FAO 2012). No Brasil, a área cultivada com essa cultura foi de 15,1 milhões de ha, na safra 2011/2012, correspondendo à produção de 72,8 milhões de toneladas, com produtividade média de 4.818 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012). No Brasil, o milho é amplamente utilizado, principalmente para a produção de rações. Estima-se que, dentre as quase 85 milhões de toneladas produzidas, 56 milhões de toneladas são destinadas para uso na alimentação animal.

Os autores Darós (2015) relatam que a lavoura do milho apresenta características intrínsecas que permitem o seu posicionamento entre as mais propícias e adequadas à agricultura de subsistência. Em condições normais de cultivo, a partir de cerca de 80 dias após a emergência das plantas, já se é possível a obtenção do “milho verde”, a base de alimentos humanos como milho cozido, pamonha, curau, bolos, etc.

Apesar da importância da cultura, sua produtividade ainda é considerada baixa, uma vez que há relatos de que o potencial produtivo da cultura é de 19.113 kg ha⁻¹ (ASSIS et al. 2006). Uma das formas de aproximar a esse potencial é a utilização da melhor densidade populacional para o desenvolvimento do milho.

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



Darós (2015) em seus estudos, relata o número de plantas de milho que irá compor uma determinada lavoura poderá influenciar de forma significativa a sua produção, afetando principalmente o número e as dimensões das espigas produzidas. Afirmando também que a definição da população de plantas a ser estabelecida deve ser feita com base nas características da cultivar utilizada, nas condições edafoclimáticas da área e na época de semeadura. Tendo isso em vista concluímos que a densidade populacional é a quantidade de plantas em uma determinada área e que tem uma grande influencia na produtividade, pois quanto mais plantas em uma área maior ira ser a competição entre elas, e também ocasionara que as plantas que estão localizadas no meio da plantação receba menor incidência de luz e assim utilize grande parte da sua energia para aumentar sua altura e receber mais luz ocasionando assim em espigas menores.

A diversidade de opções de cultivares oferecidas pelas entidades produtoras de sementes de milho é significativamente grande. Em virtude da grande quantidade de cultivares comercial de milho (cerca de 150), da rapidez de sua substituição no mercado e da variabilidade de suas características agrônômicas, técnicos e agricultores necessitam informações para a correta escolha de genótipos mais adequados às condições edafoclimáticas da sua região. Além disso, a grande dispersão da área cultivada em todo o Estado de São Paulo, ao redor de 800 mil hectares, e a heterogeneidade das condições ambientais e do nível tecnológico resulta em diversidade de ambientes interferindo no comportamento das cultivares entre as regiões (DUARTE e PATERNIANI, 1999; VIEIRA et al., 2010). Portanto a escolha da cultivar certa para uma determinada região pode trazer um aumento da produtividade do milho.

Assim, objetivou-se estimar o desenvolvimento de diferentes cultivares de milho usando modelos agrometeorológicos não-lineares.

3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), campus de Naviraí, localizada a 23° 03' 54" S a 54° 11' 26" W e altitude de 362 m.

O clima da região é do tipo tropical de altitude, com precipitação pluviométrica anual

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



de 1864,7 mm, caracterizado pelo verão chuvoso e inverno seco. Com temperatura máxima média de 28°C e mínima de 12°C, sendo que a média é de 22°C. O solo da região é classificado como latossolo. Antes do experimento foi feita uma análise das características químicas e físicas do solo, com valores texturais de 86,25% de areia, 3,25 % de silte e 10,5 % de argila, possuindo baixas concentrações de Ca^{2+} e principalmente K^+ , e altas concentrações de Mn e Cu.

Tabela 1 - Propriedades químicas do solo da área experimental. Naviraí, 2017/2018

Profundidade	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	H^+ Al^{3+}	T	C	MO	Fe	Mn	Cu	Zn
Cm	$\frac{\text{CaC}_2}{\text{I}_2}$	Cmol/dm^3					g/dm^3		mg/dm^3			
0-20	5,3	1,89	0,4	0,0	2,74	5,11	5,8	10,1	51,6	14,	1,3	1,2

O plantio das 3 cultivares de milho testadas foi realizado em fevereiro como observado na Figura 1.



Figura 1. Plantio das 5 cultivares de milho testadas na região de Naviraí-MS.

O experimento foi montado em uma área experimento de 400 m². O delineamento foi em blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos (cultivares) e 6 repetições. Foram avaliados quinzenalmente, de 5 plantas da área útil de cada parcela, as seguintes variáveis: a altura de plantas e de espiga que foram medidas com auxílio de régua graduada da superfície do solo até a base da folha bandeira, o diâmetro de caule que foi medido por meio de paquímetro digital, a massa da planta e do sabugo que foram mensurados com uma balança digital (precisão = 5 g), comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de linhas por espiga, número de grãos por linha, massa de grão por espiga e a produtividade ao final.

As 5 cultivares de milho que foram testadas no experimento podem ser observadas na Tabela 2.

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



Tabela 2. Cultivares de testadas no experimento na região de Naviraí-MS.

CULTIVAR	NOME
1	AG7088
2	AG7098
3	AG8677
4	AG 9025
5	SW 5130
6	SW 5560

Por meio da estação meteorológica automática foram mensurados os seguintes elementos meteorológicos: temperatura do ar (T), precipitação (P), velocidade do vento e umidade relativa. Médias decendiais de temperatura média do ar e total de precipitação foram utilizadas para o cálculo de evapotranspiração de referência (ETP), segundo o método proposto por Thorthwaite (1948).

Com os dados de ETP estimados foram geradas também estimações dos balanços hídricos (BH) proposto por Thorthwaite e Mather (1955) com capacidade de água disponível CAD igual a 100 mm. Foram estimados o armazenamento de água (ARM), deficiência (DEF) e excedente (EXC) hídrico em escala decendial. Estes dados foram correlacionados com as medidas agrônômicas de desenvolvimento da cultura do milho.

Posteriormente, buscou-se avaliar a correlação entre as variáveis avaliadas dos diferentes cultivares de milho, através da análise de correlação linear de Pearson (r) (Equação abaixo). Essa análise permite observar quais cultivares apresentam maior semelhança entre si.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}} \quad (8)$$

em que y_i é a i-ésima observação da variável y, \bar{y} é a média da variável y, x_i é a i-ésima observação da variável x e \bar{x} é a média da variável x.

Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Nos casos em que o valor do teste F foi significativo, foram realizados testes de Scott-Knott, ao nível de 5%

de significância. Para isso, foi utilizado o software estatístico computacional “R”.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A variação do excedente e a deficiência hídrica mensal do estado de Mato Grosso do Sul (MS) está apresentada na Figura 2. O excedente hídrico médio anual do MS foi de 360 mm ($\pm 134,2$). No período de janeiro a julho e entre setembro e dezembro houve excedente hídrico no estado. O mês de dezembro apresentou o maior valor de excedente hídrico, com 150 mm. A deficiência hídrica no MS foi 86,60 mm ($\pm 87,28$). O período de maio a novembro apresentou deficiência hídrica no estado, tendo seu maior valor em agosto de 25 mm. Assim, é possível observar que as condições hídricas médias do MS são favoráveis ao desenvolvimento do milho.

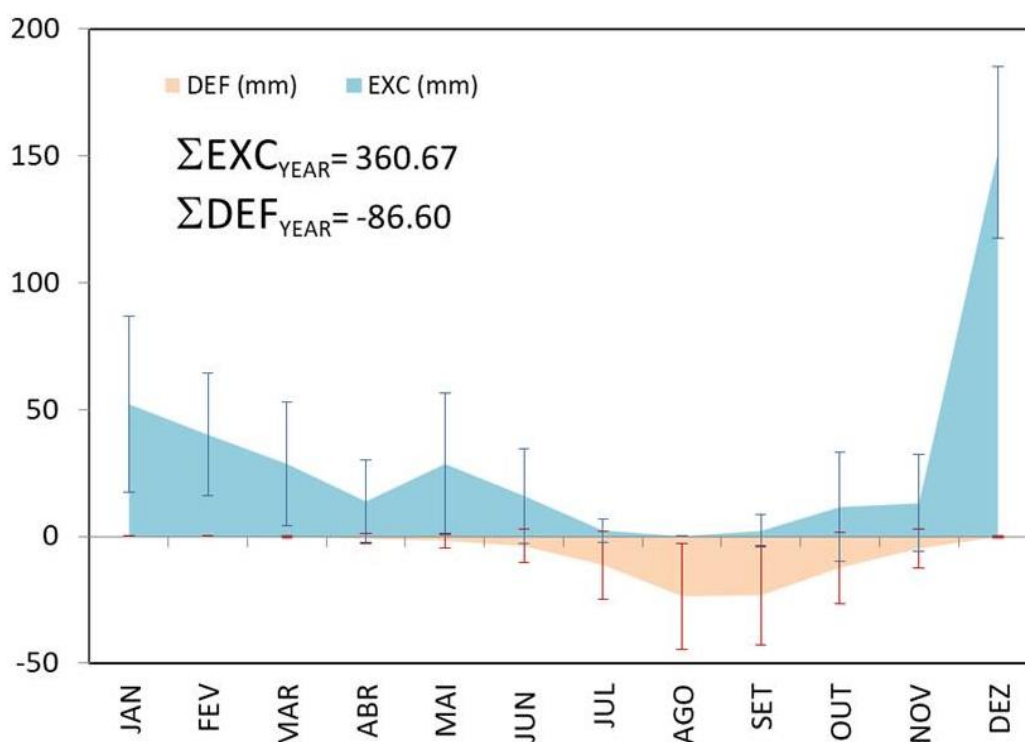


Figura 2. Variação sazonal da deficiência e excedente hídrico para o Estado do Mato Grosso do Sul.

A análise de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas das cultivares de milho podem ser observadas na Tabela 3. De maneira geral, as variáveis demonstraram níveis

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



de correlações distintos com intensidades diferentes. Por exemplo, a variável produtividade de milho evidenciou ter correlações positivas com o diâmetro do colmo, massa seca, massa do sabugo, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de linhas por espiga, número de grãos por linha e massa de grãos por espiga.

Tabela 3. Análise de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas das cultivares de milho em Naviraí-Mato Grosso do Sul.

	Altura	Diam. Colmo	AF	IAF	MS pt-1	MS ha-1	Massa do sabugo	Comp. da espiga	Diâm. da espiga.	Nº de Linhas por espiga	Nº grãos por linha	Nº grãos por espiga	Massa de grão por espiga	Massa de 1000 Grãos (gramas)	Produtividade (t ha-1)
Altura	1.000														
Diam. Colmo	-0.187	1.000													
AF	0.456	-0.588	1.000												
IAF	-0.173	-0.492	0.156	1.000											
MS pt-1	-0.071	0.725	0.025	-0.293	1.000										
MS ha-1	-0.071	0.725	0.024	-0.293	1.000	1.000									
Massa do sabugo	-0.509	0.858	-0.397	-0.477	0.732	0.731	1.000								
Comp. da espiga	-0.445	0.328	0.160	-0.039	0.446	0.445	0.679	1.000							
Diâm. da espiga.	-0.525	0.790	-0.564	-0.563	0.642	0.642	0.849	0.242	1.000						
Nº de Linhas por espiga	-0.575	0.241	-0.517	0.069	0.242	0.243	0.234	-0.285	0.632	1.000					
Nº grãos por linha	-0.758	0.487	-0.455	0.214	0.549	0.550	0.593	0.288	0.683	0.795	1.000				
Nº grãos por espiga	-0.645	0.348	-0.515	0.091	0.375	0.376	0.373	-0.117	0.695	0.981	0.894	1.000			
Massa de grão por espiga	-0.603	0.731	-0.395	-0.251	0.793	0.793	0.845	0.400	0.912	0.669	0.875	0.779	1.000		
Massa de 1000 Grãos (gramas)	0.450	0.316	0.311	-0.638	0.288	0.287	0.343	0.456	0.017	-0.742	-0.516	-0.685	-0.111	1.000	
Produtividade (t ha-1)	-0.519	0.702	-0.353	-0.088	0.829	0.829	0.748	0.324	0.818	0.692	0.910	0.805	0.972	-0.207	1.000

Os modelos ajustados em função dos graus dias (GD) para as variáveis alturas de plantas, diâmetro de caule, IAF, área foliar e massa seca podem ser observadas na Figura 3. De maneira geral, para todas as variáveis a tendência de desenvolvimento foi ajustado em função de uma curva parábola, exceto a variável massa seca que demonstrou um ajuste linear para seu desenvolvimento. A cultivar que evidenciou as maiores alturas de plantas foi a SW5560.

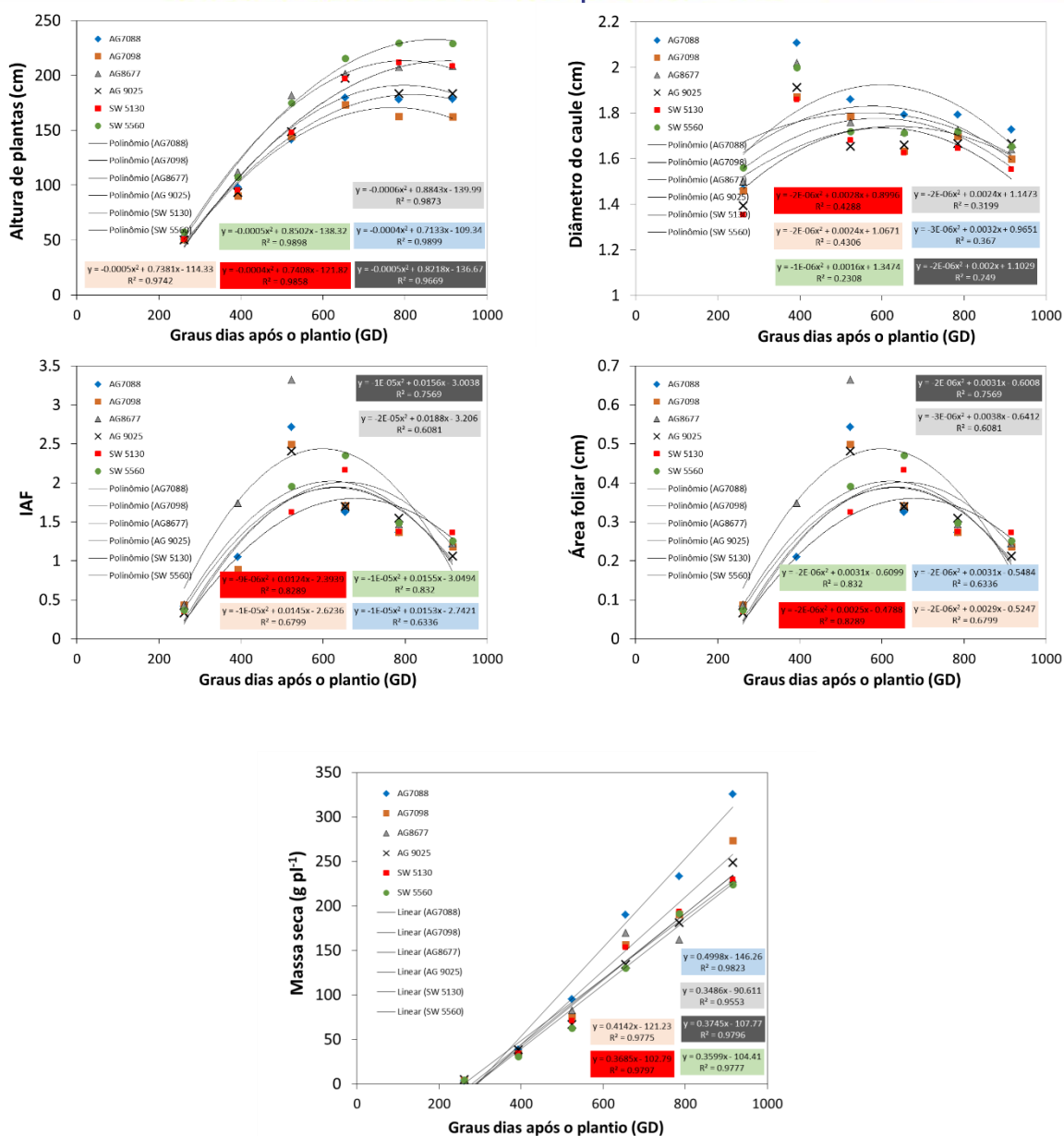


Figura 3. Modelos agrometeorológicos em função dos graus dias para as variáveis analisadas de cada cultivar de milho em Naviraí-MS.

O teste de comparação de médias demonstrou que as cultivares de milho diferenciaram significativamente nas seguintes variáveis: altura de plantas, diâmetro da espiga, número de linhas por espiga, número de grãos por linha, número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga e massa de 1000 grãos (Tabela 4 e 5). As demais variáveis estudadas não demonstraram diferenças significativas entre as cultivares de milho testadas

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



pelo teste de Scott-Knott.

A cultivar de milho que teve a maior produtividade foi a AG8677 com 4,63 toneladas por hectares, enquanto que as cultivares com menor produtividade foram as SW 5560 e SW 5130, com valores de 2,21 e 2,25 toneladas por hectares, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 4. Resultado do teste de comparação de média de Scott-Knott para as variáveis de crescimento dos diferentes cultivares de milho na região de Naviraí-MS.

Cultivares	Altura (cm)	Diâmetro Colmo (cm)	Área Foliar	IAF	Massa Seca (g pt ⁻¹)	Massa Seca (ha ⁻¹)
SW 5560	229.2 D	1.65	0.25	1.06	248.84	12.44
AG 9025	183.53 B	1.67	0.21	1.26	224.1	11.21
SW 5130	208.27 C	1.55	0.27	1.36	229.37	11.47
AG7088	208.4 C	1.64	0.24	1.22	273.31	13.67
AG7098	162.47 A	1.6	0.24	1.18	230.6	11.53
AG8677	178.27 B	1.73	0.24	1.18	325.39	16.27
TESTE-F	0.05*	NS	NS	NS	NS	NS
MÉDIA	195.02	1.64	0.24	1.21	255.27	12.77
DESVIO-PADRÃO	24.47	0.06	0.02	0.10	38.82	1.94
CV (%)	12.55	3.74	8.03	8.21	15.21	15.20
EPM	9.99	0.03	0.01	0.04	15.85	0.79

CV = COEFICIENTE DE VARIAÇÃO; EPM = ERRO PADRÃO DA MÉDIA

Tabela 5. Resultado do teste de comparação de média de Scott-Knott para as variáveis de produção dos diferentes cultivares de milho na região de Naviraí-MS.

Cultivares	Massa do sabugo (g)	Comp. da espiga (cm)	Diâm. da espiga (cm)	Nº de Linhas por espiga (un)	Nº grãos por linha	Nº grãos por espiga	Massa de grão por espiga (g)	Massa de 1000 Grãos (gr)	Produtividade (t ha ⁻¹)
SW 5560	18.78	11.68	4.1 B	10.28 A	19.03 A	198.65 A	68.1 A	377.72 C	2.21 A
AG 9025	19	11.59	4.16 B	14.19 C	23.32 B	330.29 B	79.34 A	261.6 A	2.99 B
SW 5130	16.09	11.98	3.66 A	10.96 B	21.15 A	232 A	60.6 A	284.66 A	2.25 A
AG7088	17.71	10.86	4.26 C	17 E	23.89 B	406.91 C	91.04 B	240.19 A	3.78 C
AG7098	19.4	11.98	4.32 C	15.59 D	23.6 B	367.75 B	89.78 B	263.54 A	3.16 B
AG8677	23.09	12.88	4.51 D	14.16 C	25.6 B	360.95 B	113.18 C	327.77 B	4.63 D
TESTE-F	NS	NS	0.05*	0.05*	0.05*	0.05*	0.05*	0.05*	0.05*

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



MÉDIA	19.01	11.83	4.17	13.70	22.77	316.09	83.67	292.58	3.17
DESVIO- PADRÃO	2.33	0.66	0.29	2.61	2.32	82.46	18.74	51.18	0.93
CV (%)	12.24	5.57	6.88	19.07	10.18	26.09	22.40	17.49	29.27
EPM	0.95	0.27	0.12	1.07	0.95	33.66	7.65	20.89	0.38

CV = COEFICIENTE DE VARIAÇÃO; EPM = ERRO PADRÃO DA MÉDIA

5 CONCLUSÕES

A região de Naviraí-MS demonstrou apresentar condições climáticas favoráveis a produção da cultura do milho, pois todas as cultivares demonstraram um bom desenvolvimento.

A cultivar de milho que teve a maior produtividade foi a AG8677 com 4,63 toneladas por hectares, enquanto que as cultivares com menor produtividade foram as SW 5560 e SW 5130, com valores de 2,21 e 2,25 toneladas por hectares, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FUNDECT e o CNPq pela concessão de bolsas aos discentes que conduziram todo este projeto.

REFERÊNCIAS

ASSIS, J. P. et al. Simulação estocástica de atributos do clima e da produtividade potencial de milho utilizando-se distribuição triangular. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 539-543, 2006.

DARÓS, Romulo. CULTURA DO MILHO MANUAL DE RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS. 11f. (AGRAER - Agência Regional de Dourados.). Dourados, MS. 2015.

DUARTE, A. P.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. (Coords.). Cultivares de milho no Estado de

III Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

10 a 13 de setembro de 2019 | Naviraí - MS



São Paulo: resultados das avaliações regionais IAC/CATI/EMPRESAS – 1998/99.

Campinas: Instituto Agronômico, 1999. p.1-5 (Documentos IAC, 66).

VIEIRA, Marcelo de Andrade, et al. Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes. *Acta Scientiarum. Agronomy*. Maringá, v. 32, n. 1, p. 81-86, 2010.