

FERTILIZAÇÃO DURANTE O CULTIVO DE MILHO E SEU EFEITO SOBRE PARÂMETROS FÍSICOS DOS GRÃOS

¹KRABBE, EVERTON L., BENDER, MAIARA C.²; DE ROSSI, ANDRESSA C.³ e NICOLOSO, RODRIGO S.

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA CNPSA; ²Faculdade Concorórdia – FACC; ³Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
Contato: everton.krabbe@embrapa.br

Resumo: Conhecer parâmetros físicos de milho são relevantes para as etapas de armazenamento e industrialização. As práticas de cultivo impactam aspectos físicos e químicos de cereais, e consequentemente os produtos gerados a partir destes. Neste estudo, foi avaliado o efeito de diferentes fontes de fertilizantes, após seis ciclos consecutivos de cultivo de milho. Adicionalmente, considerando que a formação dos grãos inicia da base da espiga para a região apical, o objetivo desta pesquisa foi o de avaliar a interação entre formas de fertilização e região da espiga sobre espessura, largura, comprimento, dureza, peso específico de grãos de milho. Os resultados indicam que não existe interação entre região da espiga e fertilização quanto as variáveis analisadas, no entanto a localização na espiga influenciou os dados de morfometria e densidade dos grãos. Já a fertilização afetou a espessura e densidade. A dureza não foi afetada por nenhum dos fatores estudados.

Palavras Chave: Cereal, densidade, dureza, morfometria.

FERTILIZATION DURING CORN CULTIVATION AND ITS EFFECT ON KERNEL PHYSICAL PARAMETERS

Abstract: Knowing physical parameters of maize are relevant to the stages of storage and industrialization. Cropping practices impact physical and chemical aspects of cereals, and consequently the products generated from them. In this study, the effect of different fertilizer sources was evaluated after six consecutive cycles of maize cultivation. In addition, considering that the formation of the grains starts from the base of the cob to the apical region, the objective of this research was to evaluate the interaction between fertilization forms and the cob region on thickness, width, length, hardness, specific grain weight kernels. The results indicate that there is no interaction between the cob region and fertilization in relation to the analyzed variables, however the location in the cob influenced morphometry and grain density data. Also the fertilization affected the kernel thickness and density. Hardness was not affected by any of the factors studied.

Keywords: Cereal, density, hardness, morphometry.

Introdução: Dos cereais produzidos no mundo o milho ocupa a quinta posição somando uma produção de mais 750 milhões de toneladas em 2016. Dentre os maiores produtores estão Estados Unidos, China e Brasil. Para a safra de 2017/2018, a produção brasileira de milho alcançou 88 milhões de toneladas¹. Dentre os parâmetros físicos que afetam a qualidade do milho pode-se citar a propriedade de dureza, que é associada a resistência à ação mecânica sofrida pelo grão e, sua variação está intimamente ligada a composição do endosperma. Outro parâmetro importante é o tamanho do grão que influenciam o peso hectolítrico e por sua vez, na qualidade nutricional do grão e rendimento da cultura^{2,3}. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da fertilização química e orgânica aplicados à cultura de milho sobre a qualidade dos parâmetros físicos de morfometria, dureza, peso de cem grãos, peso específico e peso hectolitro nas três regiões da espiga de milho: apical, intermediária e basal.

Material e Métodos: As amostras de grãos de milho foram coletadas em Março/2018 em um experimento conduzido há seis anos com sistema de culturas milho/aveia-preta (verão/inverno), em Concorórdia-SC (26°18'53"S, 51°59'25"O). O milho (Agroeste ASI666) foi adubado com 140 kg N-total ha⁻¹, 115 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 75 kg K₂O ha⁻¹ aplicados com diferentes fontes de fertilizantes: NPK (fertilizante mineral), DLS (dejetos líquidos de suínos, sem tratamento), BIO (efluente de biodigestor tratando dejetos de suínos), COMP (dejetos de suínos tratado por compostagem), além de um tratamento controle (CTR) sem adubação. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com 8 repetições. Inicialmente as espigas coletadas aleatoriamente foram secas em estufa (72 hs e 55°C), divididas em três regiões de igual comprimento, apical, intermediária e basal. As variáveis avaliadas nos grãos foram: morfometria (comprimento, largura e espessura), peso de cem sementes, peso hectolitro, peso específico e dureza. Para verificação do peso hectolítico, foi utilizada uma balança hectolítica para cereais (Dallmoller) e a dureza determinada por durômetro (Nova Ética, modelo 298 DGP) avaliando dez grãos, escolhidos aleatoriamente. Peso específico, foi determinado considerando o peso compreendido em um volume de um litro e expresso em Kg/m³. Como delineamento experimental foi adotado um modelo fatorial (cinco fertilizações x 3 regiões da espiga). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do software Statistix 8.0 e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultado e Discussão: A interação entre os tipos de fertilização (TF) e as regiões da espiga (RG) não influenciaram nos parâmetros morfológicos (Tabela 1). Em relação à RG (tratada isoladamente) houve influência estatística. Para espessura o maior valor foi encontrado na região basal (RB) que diferiu da região intermediária (RI). Os grãos da região apical (RA) apresentaram resultados médios entre as outras duas regiões. Para comprimento e largura, RB e RI apresentaram maiores resultados, não diferindo entre si. Já RA diferiu das demais. O TF (tratado isoladamente) afetou somente a espessura do grão. A maior espessura foi observada para NPK e DLS sendo significativamente maior do que BIO. O mesmo não diferiu de COMP e CTR. Os fertilizantes utilizados não interferiram na largura e no comprimento dos grãos. A interação entre TF e RG não influenciaram

os parâmetros de PCG, PHec, PEsp e dureza (Tabela 2). Considerando a interação RG e TF, isoladamente, houve influência estatística nos parâmetros PCG, PHec e PEsp. Para RG, os maiores valores de PCG foram observados na RB, seguida pela RI e RA, respectivamente. Para PHec e o PEsp foi verificado maior valor em RB, a qual diferiu de RI e RA. Para TF, o PCG apresentou maior peso em DLS e os demais tratamentos não diferiram entre si. Para PHec e PEsp o maior peso foi encontrado em DLS que não diferiu de COMP e NPK, porém, diferiu de BIO. Este, no entanto, interagiu com NPK. Já, CTR apresentou o menor valor, não interagindo com os demais TF. A dureza dos grãos não diferiu estatisticamente em nenhum dos fatores estudados, quando tratados isoladamente.

Tabela 1. Morfometria de grãos de milho produzidos sob diferentes condições de fertilização, a base de dejetos suíno comparativamente a fertilizante químico, produzido nas mesmas condições de clima e manejo da cultura (Safr 2018 - Posição georreferenciamento: 27°18'54.5"S 51°59'26.8"W).

Fertilização	Região Espiga	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Comprimento (mm)
BIO ¹	Apical	4,28±0,07 AB**	8,18±0,11 C**	11,13±0,19 ABCD**
BIO	Intermediária	4,14±0,08 B**	8,76±0,11 AB**	12,04±0,21 ABC**
BIO	Basal	4,31±0,04 AB**	8,45±0,11 ABC**	12,14±0,14 ABC**
NPK ²	Apical	4,38±0,05 AB**	7,95±0,12 BC**	11,15±0,13 CD**
NPK	Intermediária	4,32±0,08 AB**	8,47±0,11 ABC**	12,15±0,21 ABC**
NPK	Basal	4,48±0,07 A**	8,71±0,10 AB**	12,21±0,11 ABC**
COMP ³	Apical	4,21±0,08 AB**	8,15±0,10 B**	11,80±0,10 D**
COMP	Intermediária	4,28±0,05 AB**	8,68±0,11 ABC**	11,95±0,18 ABCD**
COMP	Basal	4,35±0,05 AB**	8,57±0,14 ABC**	12,18±0,20 ABC**
DLS ⁴	Apical	4,86±0,08 AB**	8,21±0,10 BC**	11,74±0,17 ABCD**
DLS	Intermediária	4,36±0,05 AB**	8,72±0,11 AB**	12,28±0,18 ABC**
DLS	Basal	4,41±0,09 AB**	8,72±0,10 A**	12,28±0,19 AB**
CTR ⁵	Apical	4,31±0,08 AB**	8,79±0,14 ABC**	11,44±0,16 BC**
CTR	Intermediária	4,23±0,07 AB**	8,54±0,10 ABC**	12,19±0,17 ABC**
CTR	Basal	4,46±0,07 AB**	8,62±0,13 ABC**	12,26±0,16 A**
Prob.		0,0002	0,0002	0,2648
CV, %		4,08	4,07	4,20
BIO		4,22±0,03 B*	8,48±0,08	11,89±0,09
NPK		4,26±0,06 A*	8,45±0,08	11,90±0,12
COMP		4,31±0,03 AB*	8,47±0,08	11,75±0,16
DLS		4,39±0,04 A*	8,76±0,10	12,09±0,11
CTR		4,31±0,05 AB*	8,45±0,07	12,01±0,12
	Apical	4,32±0,03 AB**	8,17±0,06 B**	11,42±0,08 B**
	Intermediária	4,26±0,03 B*	8,63±0,09 A**	12,16±0,09 A**
	Basal	4,39±0,03 A**	8,62±0,10 A**	12,25±0,07 A**
Fertilização		0,0043	0,1729	0,1729
Região espiga		0,0036	<0,0001	<0,0001
Fert e Região		0,9436	0,4372	0,8954

1 – Dejetos Suíno Oriundo de Biodigestor; 2 – Fertilizante Químico (Nitrogênio, Fósforo e Potássio); 3 – Dejetos Suíno Oriundo de Compostagem; 4 – Dejetos Líquidos Suíno; 5 – Controle. *Médias de cada fertilização seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%). ** Médias de região da espiga seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Tabela 2. Peso de cem grãos (PCG), peso hectolítico (PHec), peso específico (PEsp) e dureza de grãos de milho produzidos sob diferentes condições de fertilização, a base de dejetos suíno comparativamente a fertilizante químico, produzido nas mesmas condições de clima e manejo da cultura (Safr 2018 - Posição georreferenciamento: 27°18'54.5"S 51°59'26.8"W).

Fertilização	Região Espiga	PCG (g)	PHec (g)	PEsp (kg/m³)	Dureza (kg)
BIO ¹	Apical	29,56±0,78 D**	181,66±1,26	739,20±5,08	19,27±0,84
BIO	Intermediária	34,19±0,76 ABC**	183,64±1,21	742,36±6,08	19,22±0,38
BIO	Basal	37,96±0,76 ABC**	184,49±1,52	737,96±6,09	20,47±1,49
NPK ²	Apical	38,62±0,79 D**	183,91±1,02	735,63±6,09	20,78±0,35
NPK	Intermediária	34,38±0,57	186,56±1,37	746,26±5,48	20,69±0,52
NPK	Basal	38,75±0,35 A**	186,41±1,66	745,63±6,63	20,68±0,47
COMP ³	Apical	29,63±0,29 C**	186,39±1,39	737,59±6,26	21,29±0,19
COMP	Intermediária	32,71±0,62 D**	186,11±0,94	744,45±3,78	20,74±0,49
COMP	Basal	37,38±0,85	184,86±1,89	739,45±7,55	20,41±0,49
DLS ⁴	Apical	33,98±1,41	184,45±1,30	737,79±5,18	20,32±0,85
DLS	Intermediária	36,46±1,29	187,35±1,37	748,66±5,49	20,32±0,78
DLS	Basal	36,46±1,29	187,35±1,37	748,66±5,49	20,32±0,78
CTR ⁵	Apical	30,07±1,29 D**	186,98±1,08	747,99±4,33	20,67±0,36
CTR	Intermediária	31,71±1,19	186,39±1,18	743,59±5,52	20,28±0,95
CTR	Basal	38,71±0,92 AB**	182,02±1,51	731,68±6,06	19,58±0,76
Prob.		0,0007	0,7122	0,7027	0,4443
CV, %		13,14	3,11	3,17	6,09
BIO		34,05±0,80 B*	184,99±0,89 A*	739,98±5,55 A*	20,16±0,43
NPK		34,56±0,77 B*	186,19±0,54 AB*	744,75±2,17 AB*	20,68±0,27
COMP		31,15±0,74 B*	184,41±0,56 C*	738,46±2,26 C*	20,65±0,43
DLS		36,59±0,86 A*	187,55±0,86 BC*	750,28±3,82 BC*	20,32±0,41
CTR		31,97±0,88 B*	183,61±0,93 D*	736,44±3,71 D*	20,68±0,26
	Apical	30,63±0,88 C**	184,01±0,63 B**	736,45±2,51 B**	20,29±0,25
	Intermediária	34,28±0,43 B**	184,02±0,59 B**	739,27±2,35 B**	20,62±0,27
	Basal	38,63±0,56 A**	187,34±0,55 A**	749,37±2,21 A**	20,28±0,33
Fertilização		0,0001	0,0054	0,0002	0,0002
Região espiga		0,0001	0,0002	0,0002	0,1779
Fert e Região		0,9956	0,1923	0,0021	0,7152

1 – Dejetos Suíno Oriundo de Biodigestor; 2 – Fertilizante Químico (Nitrogênio, Fósforo e Potássio); 3 – Dejetos Suíno Oriundo de Compostagem; 4 – Dejetos Líquidos Suíno; 5 – Controle. *Médias de cada fertilização seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%). ** Médias de região da espiga seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Conclusão: Não foi constatada interação entre região da espiga e fertilização impactando os parâmetros físicos de milho. A localização na espiga influenciou os dados de morfometria e densidade dos grãos. A fertilização afetou a espessura e densidade. A dureza não foi afetada por nenhum dos fatores estudados.

Agradecimentos: Esse trabalho foi realizado com o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, CNPSA.

Referências Bibliográficas: ¹CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento Da Safra Brasileira De Grãos: Safra 2017/18 - Sétimo Levantamento. V. 7, ISSN 2318-6852 Brasília, p. 1-139 abril 2018.² BALBI, Celsa N.; VALENTINUZ, Oscar R. e PRAUSE, Juan Prause. Qualidade de Flint de Milho para a Indústria Cerveceira em Corrientes, Argentina. Informação Tecnológica, V.21 N°3, ISSN 0718-0764, 2010. DOI: 10.4067/S0718-07642010000300016³LEE, Kyung-Min; HERRMAN, Timothy J.; ROONEY, Lloyd; Jackson, David S.; LINGENFELSER, Jane; RAUSCH, Kent D.; MCKINNEY, John; IIAMS, Chris; BYRUM, Linda; HURBUR JR, Charles R.; JOHNSON, Lawrence A. and FOX, Steven R. Corroborative Study on Maize Quality, Dry-Milling and Wet-Milling Properties of Selected Maize Hybrids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, V. 55 N° 26, pg 10751–10763, 2007.