

Perdas ocorridas na colheita do milho em função do teor de água dos grãos na colheita

Fernando Shintate Galindo¹, João Luis Zocoler¹, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho¹, Salatiér Buzetti¹, Cleiton José Alves¹, José Mateus Kondo Santini¹

¹ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. E-mail: fs.galindo@bol.com.br, zocoler@agr.feis.unesp.br, mcmtf@yahoo.com.br, sbuzetti@agr.feis.unesp.br, cleiton.agr.feis@gmail.com, santinijmk@gmail.com

Recebido: 04/06/2018; Aceito: 29/11/2018.

RESUMO

A utilização de métodos de fácil aplicação e com resultados rápidos na determinação do teor de água nos grãos é importante para que os produtores de milho possam decidir o momento correto para realização da colheita, com redução das perdas na produtividade de grãos com a secagem natural a campo. Objetivou-se estudar o teor de água dos grãos na colheita da cultura do milho, para a melhor produtividade e os melhores componentes produtivos, bem como para as menores perdas com a secagem natural a campo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, e os tratamentos consistiram na colheita nos seguintes teores de água em base úmida (b.u.) dos grãos: 28,9 (ponto de maturidade fisiológica plena); 23,5; 21,9; 18,9; 16,1; e 13,8%. Todas as variáveis avaliadas foram influenciadas pelo teor de água dos grãos na colheita, tendo apresentado regressão linear crescente para o número de espigas por hectare, população final de plantas por hectare e produtividade potencial de grãos. Para a produtividade observada, o melhor ajuste foi a regressão quadrática, com o ponto de máxima produtividade de grãos de 10.220 kg ha⁻¹ alcançado no teor de água nos grãos de 23,3% na ocasião da colheita.

Palavras-chave: *Zea mays*, umidade do grão para colheita, produtividade de grãos, componentes de produção.

Losses on maize harvesting according to the water content of the grains at harvest

ABSTRACT

The use of methodologies for easy application and quick results are important in determining the water content in the grains to maize producers could decide the right time to perform the harvest with reduced losses in maize grain yield with natural drying at field conditions. The objective of this work was to study the ideal water content at grains at harvest of maize crop, yield and production components as well as losses from natural drying in the field at different water contents at grains harvest. The experimental design was of randomized blocks with 4 repetitions and the treatments consisted in the harvest of the following average levels of water contents of grains on a wet basis: 28.9 (point of full physiological maturity), 23.5, 21.9, 18.9, 16.1 and 13.8%. All variables evaluated were influenced by moisture in grain harvest, having presented increasing linear regression for the number of ears per hectare, final population of plants per hectare and grain potential productivity. The quadratic regression was the best for grain productivity, with the maximum point of productivity of 10,220 kg ha⁻¹ achieved at 23.3% of water content in grain harvest.

Keywords: *Zea mays*, grain humidity for harvest, grains productivity, components production.

1. Introdução

No Brasil, a colheita do milho é iniciada, com raras exceções, quando os grãos estão com o teor de água entre 18 e 20% (Galindo et al., 2017). Em muitos países, como exemplo nos Estados Unidos da América, a recomendação é de que a colheita seja realizada quando o teor de água dos grãos estiver entre 20 e 25% em base úmida (Bruns e Abbas, 2004; Weinberg et al., 2008).

O ponto de maturidade fisiológica é considerado o momento ideal para se realizar a colheita, pois é nesse estágio fenológico que os grãos de milho apresentam a máxima qualidade e acúmulo de massa seca, com reduzida incidência de patógenos (Marques et al., 2011; Schuh et al., 2011; Di Domenico et al., 2015), sem considerar que o atraso na colheita também promove perdas nutricionais e quantitativas dos grãos (Weinberg et al., 2008).

O período entre a maturidade fisiológica e a colheita dos grãos de milho é crítico, pois estes permanecem presos à planta e expostos à ação de fatores bióticos e abióticos. As perdas se iniciam antes da colheita, pela deiscência natural, pragas, queda de frutos e tombamento de plantas, sendo mais acentuadas quanto maior for o atraso da colheita e quanto menor for o teor de água dos grãos (Tefera et al., 2011). Contudo, em ocasião de maturidade fisiológica, os grãos de milho ainda apresentam teor de água elevado, em torno de 30%, o que dificultaria a colheita mecanizada em função do excesso de partes verdes e úmidas das plantas, resultando em severas injúrias mecânicas nos grãos e em queda da produtividade (Marques et al., 2009; Janas et al., 2010), bem como em maior dificuldade de manutenção da qualidade dos grãos a serem armazenados em função da qualidade fisiológica (Alencar et al., 2009; Smaniotto et al., 2014).

Entretanto, em condições de campo, os grãos de milho, quando colhidos com teor de água inferior a 18%, tendem a perder massa seca por respiração (Marques et al., 2011). Além disso, podem sofrer maiores injúrias mecânicas durante os processos de colheita e de pós-colheita, com reflexos negativos na qualidade e produtividade (Marques et al., 2012).

Contudo, a literatura é escassa em relação aos efeitos da antecipação e/ou atraso da época da colheita de grãos de milho com secagem natural sobre a produtividade de grãos. Sendo assim, objetivou-se avaliar o teor de água ideal dos grãos de milho para a colheita, avaliando a produtividade e os componentes produtivos com a secagem natural das espigas a campo, com diferentes teores de água nos grãos em ocasião de colheita.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia (FE) – UNESP, localizada em Selvíria – MS, com altitude de 335 m. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa, segundo classificação da EMBRAPA (2013), o qual foi cultivado por culturas anuais há mais de 27 anos, sendo os últimos 10 em sistema plantio direto e a cultura anterior à semeadura do milho foi a aveia. A precipitação durante o ciclo da cultura foi de 940,3 mm, enquanto que a temperatura média foi de 25,7° C. Na Figura 1, são observados os dados climáticos de precipitação, umidade relativa média do ar, temperatura mínima, média e máxima durante o experimento, cuja semeadura ocorreu no dia 04/12/2013 e a emergência de plântulas cinco dias após semeadura, no dia 09/12/2013. O tipo climático na região é Aw, segundo Köppen caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, sendo que os tratamentos consistiram na colheita nos seguintes teores de água em base úmida (b.u.) dos grãos: 28,9 (ponto de maturidade fisiológica plena – com base na formação da camada preta "black layer") na região compreendida entre o endosperma basal e a área vascular do pedicelo dos grãos, quando estes maturam (Daynard e Duncan, 1969; Fahl et al., 1994). Nessa fase, as células basais condutoras do endosperma do grão se tornam desorganizadas e são esmagadas tangencialmente, paralisando a translocação de metabólitos para os grãos (Daynard e Duncan, 1969; Fahl et al., 1994), 23,5; 21,9; 18,9; 16,1 e 13,8%. A colheita de cada tratamento ocorreu, respectivamente, nos dias 18/03/2014, 24/03/2014, 02/04/2014, 14/04/2014, 28/04/2014 e 15/05/2014, o equivalente a 99, 105, 114, 126, 140 e 157 dias após a emergência do milho. As parcelas do experimento apresentavam 6 m de comprimento, com sete linhas de plantas de milho espaçadas de 0,45 m, com área útil da parcela as quatro linhas centrais, excluindo-se 0,5 m das extremidades.

Os atributos químicos do solo na camada arável, determinados antes da instalação do experimento de milho, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), apresentaram os seguintes resultados: 13 mg dm⁻³ de P (resina); 6 mg dm⁻³ de S-SO₄; 23 g dm⁻³ de M.O.; 4,8 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al = 2,6; 13,0; 8,0 e 42,0 mmolc dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 5,9; 30,0; 93,9 e 1,0 mg dm⁻³, respectivamente; 0,24 mg dm⁻³ de B (água quente) e 36% de saturação por bases.

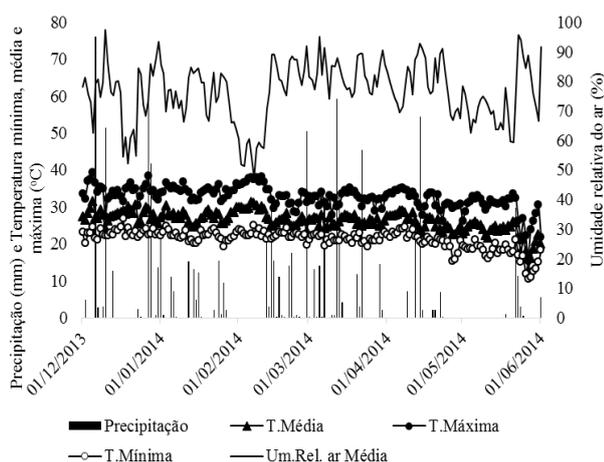


Figura 1. Dados climáticos levantados junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Período de dezembro/2013 a junho/2014.

Com base na análise de solo e com o intuito de elevar a saturação por bases a 70%, conforme recomendação de Cantarella et al. (1997), foram aplicados 2,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 88%) aos 65 dias antes da semeadura do milho. Na adubação de semeadura, foram fornecidos 400 kg ha⁻¹ de fertilizantes na fórmula 08-28-16, o que equivale a 32 kg ha⁻¹ de N, 112 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 64 kg ha⁻¹ de K₂O para todos os tratamentos, baseado na análise do solo e na exigência da cultura do milho. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no dia 08/01/2014, momento em que as plantas de milho apresentavam seis folhas completamente expandidas, utilizando-se 100 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, tendo-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% de N). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se o fertilizante sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado e aproximadamente 5 cm das fileiras, a fim de se evitar o contato do fertilizante com as plantas, o que poderia provocar a desidratação e a morte das células. Após a adubação de cobertura, a área foi irrigada por aspersão (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia.

A condução dos experimentos foi em sistema plantio direto. A semeadura mecânica do híbrido triplo de milho DKB 350 VT PRO (resistente à lagarta do cartucho – *Spodoptera frugiperda*) foi realizada no dia 04/12/13, colocando-se 3,3 sementes por metro. A área foi irrigada por um sistema de aspersão do tipo pivô central, com lâmina de água média de 13 mm e turno de rega de aproximadamente 36 horas, mediante necessidade de irrigação. A colheita foi efetuada manualmente, contudo, imediatamente após os tratamentos foram avaliados e trilhados mecanicamente em trilhadora estacionária com o intuito de simular a

colheita mecanizada. Os grãos que ficaram retidos nas espigas e no mecanismo da trilhadora não foram recolhidos, sendo entendidos como perda.

Tomaram-se, para as medições, as plantas nas quatro linhas da área útil de cada parcela, e foram realizadas as seguintes avaliações: i) Número de espigas por hectare (N_e) e ii) População final de plantas por hectare (P_f), determinadas em função da contagem manual; iii) Produtividade de grãos (P); e iv) Produtividade potencial de grãos (P_p), estimada em função do número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, prolificidade e população final de plantas por hectare, com o seguinte cálculo:

$$P_p = \text{Número de espigas totais ha}^{-1} \times \text{massa de espigas ha}^{-1} \quad \text{Eq.1}$$

onde:

$$\text{Número de espigas totais} = \text{população final de plantas, em plantas ha}^{-1} \times \text{prolificidade} \quad \text{Eq.2}$$

$$\text{Massa de espigas} = (\text{massa de 100 grãos} \times \text{número de grãos por espiga}) + 100 \quad \text{Eq.3}$$

Após a trilha mecânica, os grãos foram quantificados e, os dados, transformados em kg ha⁻¹ a 13% de teor de água. Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância (teste F) e regressão polinomial em função dos diferentes níveis de teor de água dos grãos na colheita.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados observados do experimento, com os coeficientes de variação e os níveis de significância das regressões. Verificou-se que quanto mais tempo a cultura ficou exposta a campo após a maturação fisiológica, o que foi promovendo a redução gradual do teor de água dos grãos para a colheita, maior foi a tendência de serem causados danos pelos fatores bióticos e abióticos. Isso teve efeito sobre a população final de plantas por hectare (P_f), sobre o número de espigas por hectare (N_e) e sobre a produtividade potencial (P_p em kg ha⁻¹).

Por sua vez, no caso da produtividade observada (medida), houve redução de seu valor a partir do teor de água dos grãos de 21,9%, tanto para teores inferiores (até 13,8%) como para superiores (até 28,9%), sendo a produtividade de grãos máxima obtida de 11.330 kg ha⁻¹. Semelhantemente, Gottardo e Cestari Jr. (2008) constataram ponto de máxima produtividade próximo aos 22% de teor de água na colheita, reforçando os resultados obtidos por Marques et al. (2012), que preconizam que a faixa ideal de teor de água para a colheita dos grãos de milho situa-se entre 22 e 26% (b.u.), proporcionando ainda melhor qualidade física e sanitária dos grãos de milho.

Considerando o teor de água dos grãos como variável independente, as regressões ajustadas foram significativas e lineares, crescentes para as três variáveis

dependentes, conforme pode ser observado nas Figuras 2A, 2B e 2D. Utilizando-se as regressões, foram estimadas as reduções físicas e percentuais da população final de plantas por hectare, número de espigas por hectare e produtividade potencial de grãos do teor de água de 28,9 para 13%, sendo obtidos os valores de 6.830 plantas ha⁻¹ (9,8%), 6.567 espigas ha⁻¹ (9,1%) e 2.147 kg ha⁻¹ (15,2%), respectivamente (Tabela 2). A antecipação da colheita, ou seja, colheita com teor de água mais elevado dos grãos, possivelmente conseguiu mitigar o efeito ambiental incidente à população de plantas de milho, ocorrendo menos acamamento e quebra de plantas, bem como perdas ocasionadas pelo ataque de insetos, pássaros e pela alimentação por outros animais silvestres.

Por sua vez, para produtividade de grãos de milho, a regressão que apresentou melhor ajuste foi a quadrática (Figura 2C), apresentando ponto de máxima que corresponde ao teor de água ideal para a colheita, ou seja, o que permite a máxima produtividade, estimada pela regressão. Utilizando-se os resultados obtidos pela análise de regressão, derivando-se a equação e igualando-a a zero, o valor do teor de água dos grãos para a máxima produtividade foi 23,3%, correspondente à produtividade de 10.220 kg ha⁻¹.

A redução da produtividade para a colheita acima deste valor, ou seja, com teores de água nos grãos superiores, foi causada em função do alto teor de água, dificultando a debulha dos grãos na trilhadora estacionária e possivelmente causando-lhes injúrias por amassamento. Desta forma, a quantidade de grãos retidos no mecanismo trilhador e nas espigas foi superior, com teores de água acima de 23,3%. Entretanto, a redução da produtividade para a colheita abaixo deste valor foi provavelmente causada pelas

perdas de origem biótica e abiótica, da mesma maneira que ocorreu para a produtividade potencial.

Os resultados da produtividade de grãos corroboram em partes com os de Tabile et al. (2008), que concluíram que o efeito dos danos mecânicos sobre a qualidade das sementes e dos grãos de milho foi mais prejudicial quando colhidos com maior teor de água, reforçando a hipótese de que, com a colheita realizada com teores de água nos grãos acima de 23,3% no presente trabalho, a quantidade de grãos retidos no mecanismo trilhador e nas espigas foi superior, bem como as injúrias, principalmente por amassamento dos grãos. Entretanto, Alves et al. (2001) ponderam que a colheita de grãos de milho em umidades próximas a 13%, (15 a 16,5% de teor de água) e secos artificialmente reduzem a perda de qualidade dos grãos.

Outro fator a ser levado em consideração na colheita antecipada do milho, após a maturidade fisiológica e com teor de água dos grãos superior a 22%, diz respeito aos elevados custos de transporte e secagem, além da falta de estruturas secadoras e armazenadoras próximas ao local de produção, conforme Gottardo e Cestari Jr. (2008). De acordo com Weinberg et al. (2008), o milho, quando colhido com teor de água entre 20 e 22% e posteriormente armazenado e seco a 13% de umidade, apresenta grandes perdas de matéria seca, queda no poder germinativo e maior ataque de fungos e bactérias.

No presente trabalho, foi possível verificar que a produtividade potencial é superior quando o teor de água dos grãos está próximo ao ponto de maturidade fisiológica, e decresce na medida em que o teor de água diminui; entretanto, o ponto ótimo de teor de água nos grãos de milho foi com a colheita em 23,3%, levando-se em consideração todos os parâmetros avaliados e a produtividade de grãos.

Tabela 1. População final de plantas, número de espigas por hectare, produtividade de grãos e produtividade potencial de grãos de milho (estimada) em função do teor de água dos grãos na colheita, devido ao maior tempo de permanência da cultura a campo (secagem natural).

Teor de água dos grãos na colheita (% b.u)	Dias após a emergência	População final (Plantas ha ⁻¹)	Número de espigas por hectare	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	Produtividade potencial de grãos (kg ha ⁻¹)
13,8	157	64.444	67.778	8.159	12.375
16,1	140	62.778	66.140	8.245	12.337
18,9	126	66.111	67.835	9.440	12.462
21,9	114	65.556	68.875	11.330	13.248
23,5	105	65.000	69.113	9.887	13.007
28,9	99	71.111	73.575	9.490	14.384
Média Geral	-	65.833	68.886	9.426	12.969
C.V. (%)	-	5,9*	6,4*	8,0**	7,5**

* significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F.

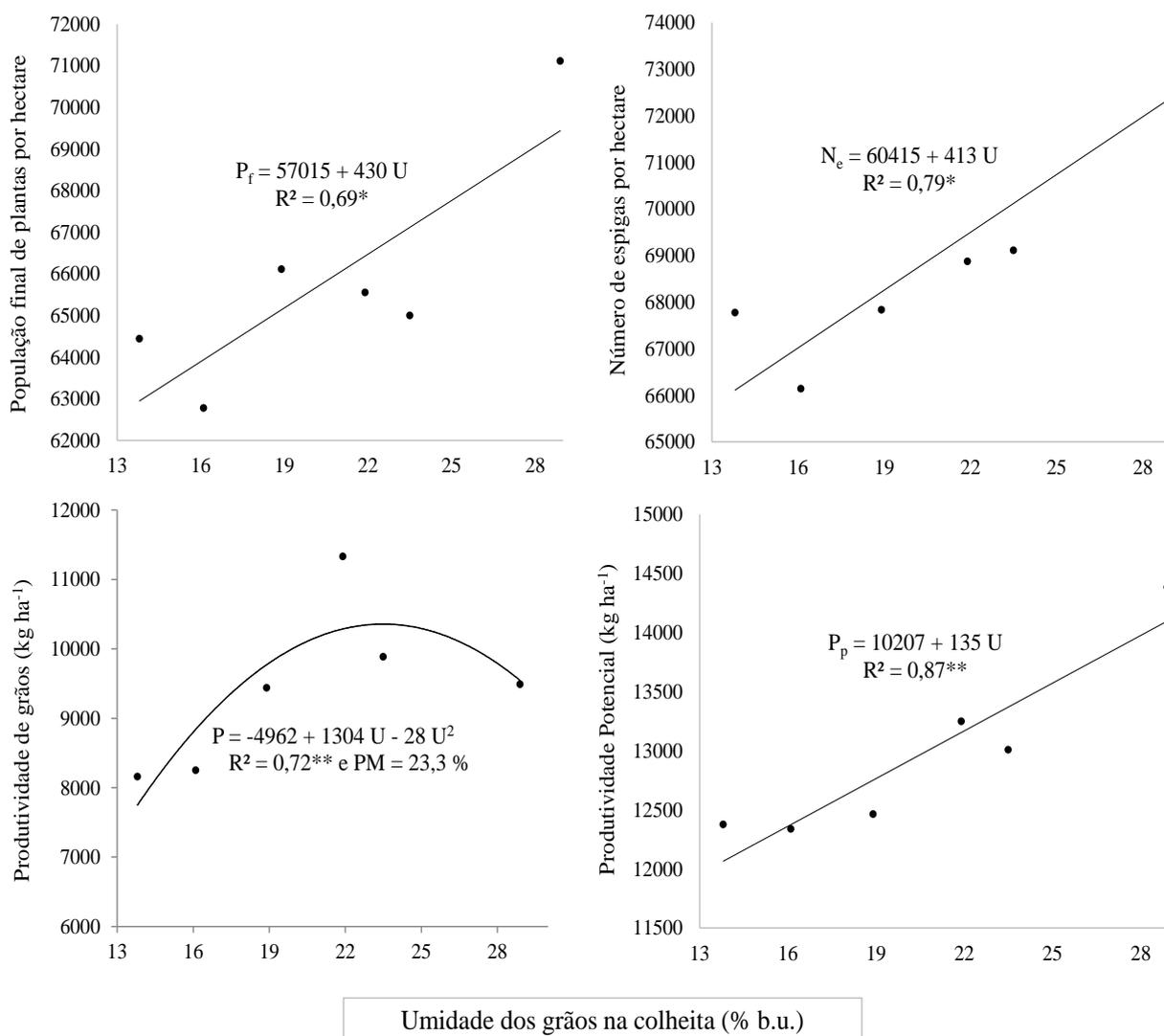


Figura 2. População final de plantas por hectare (A), número de espigas por hectare (B), produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) (C) e produtividade potencial de grãos de milho (kg ha^{-1}) (D) em função do teor de água dos grãos na colheita, devido ao maior tempo de permanência da cultura a campo (secagem natural).

Tabela 2. Estimativa da população final de plantas, número de espigas por hectare, produtividade de grãos e produtividade potencial de grãos de milho em função do teor de água dos grãos na colheita, devido ao maior tempo de permanência da cultura a campo (secagem natural), utilizando as regressões obtidas (Figura 2) e tomando-se como referência o teor de água de 28,9%. Selvíria - MS, 2013/2014.

Teor de água dos grãos (%)	População final de plantas ha^{-1}	Número de espigas ha^{-1}	Produtividade de grãos ha^{-1}	Produtividade potencial de grãos ha^{-1}
28,9	69.442 (100,0*)	72.351 (100,0)	9.338 (100,0)	14.109 (100,0)
25,0	67.765 (97,6)	70.740 (97,8)	10.138 (108,6)	13.582 (96,3)
23,3	67.034 (96,5)	70.038 (96,8)	10.220 (109,5)	13.353 (94,6)
21,9	66.432 (95,7)	69.460 (96,0)	10.167 (108,9)	13.164 (93,3)
18,9	65.142 (93,8)	68.221 (94,3)	9.682 (103,7)	12.759 (90,4)
16,1	63.938 (92,1)	67.064 (92,7)	8.775 (94,0)	12.381 (87,8)
13,8	62.949 (90,6)	66.114 (91,4)	7.701 (82,5)	12.070 (85,6)
13,0	62.605 (90,2)	65.784 (90,9)	7.258 (77,7)	11.962 (84,8)

*Os valores entre parênteses referem-se às porcentagens relativas obtidas em função dos teores de água nos grãos de milho em ocasião de colheita.

4. Conclusões

A população final de plantas, o número de espigas por hectare e, conseqüentemente, a produtividade potencial decresceram linearmente com a redução do teor de água dos grãos na colheita, devido, principalmente, à maior exposição da cultura aos fatores bióticos e abióticos.

Embora a produtividade potencial, a população de plantas e o número de espigas por hectare decresçam na medida em que o teor de água dos grãos diminui, recomenda-se a colheita de grãos com teor de água igual a 23,3%, para obtenção da maior produtividade de milho em função da redução na produtividade de grãos e da colheita próxima à maturidade fisiológica da cultura, com a secagem a campo quando os grãos são colhidos com teor de água abaixo de 23,3%.

Referências Bibliográficas

- Alencar, E. R., Faroni, L. R. D., Lacerda Filho, A. F., Peternelli, L. A., Costa, A. L. 2009. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 606-613.
- Alves, W. M., Faroni, L. R. A., Queiroz, D. M., Corrêa, P. C., Galvão, J. C. C. 2001. Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5, 469-474.
- Bruns, H. A., Abbas, H. K. 2004. Effects of harvest date on maize in the humid subtropical mid-south USA. *Maydica*, 49, 1-8.
- Cantarella, H., Raij, B. Van, Camargo, C. E. O. Cereais. In: Raij, B. Van, Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A. M. C. Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. Campinas-SP: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- Daynard, T.B., Duncan, W.G. 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Science*, 9, 473-476.
- Di Domenico, A. S., Danner, M. A., Busso, C., Christ, D., Coelho, S. R. M. 2015. Análise de trilha da contaminação por aflatoxinas em grãos de milho armazenados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50, 441-449.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília-DF: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- Fahl, J.I., Carelli, M.L.C., Moniz, E.A.L., Oliveira, A.L.F. 1994. Avaliação da maturação de grãos de milho através da linha do leite para aplicação de dessecantes químicos. *Bragantia*, 53, 209-218.
- Galindo, F. S., Zocoler, J. L., Teixeira Filho, M. C. M., Santini, J. M. K., Ludkiewicz, M. G. Z., Buzetti, S. 2017. Teor de água nos grãos, em ocasião de colheita nas perdas ocorridas no milho. *Cultura Agronômica*, 26, 671-682.
- Gottardo, F. A., Cestari Júnior, H. 2008. Viabilidade econômico-financeira de implantação de um sistema de armazenagem de grãos: um estudo de caso em uma média propriedade rural em Campo Mourão-PR. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, 1, 55-76.
- Janas, S., Boutry, S., Malumba, P.; Vander Elst, L., Béra, F. 2010. Modelling dehydration and quality degradation of maize during fluidized-bed drying. *Journal of Food Engineering*, 100, 527-534.
- Marques, O. J., Dalpasquale, V. A., Vidigal Filho, P. S., Scapim, C. A., Reche, D. L. 2011. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. *Semina: Ciências Agrárias*, 32, 565-576.
- Marques, O. J., Vidigal Filho, P. S., Dalpasquale, V. A., Scapim, C. A., Pricinotto, R. F., Júnior, M. M. 2009. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31, 667-675.
- Marques, O. J., Vidigal Filho, P. S., Scapim, C. A., Reche, D. L., Pricinotti, R. F., Okumura, R. S. 2012. Qualidade comercial de diferentes híbridos de milho em função do teor de água nos grãos durante a colheita. *Semina: Ciências Agrárias*, 33, 911-920.
- Raij, B. Van, Andrade, J. C., Cantarella, H., Quaggio, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas-SP: IAC, 2001. 285 p.
- Schuh, G., Gottardi, R., Ferrari Filho, E., Antunes, L. E. G., Dionello, R.G. 2011. Efeitos de dois métodos de secagem sobre a qualidade físico-química de grãos de milho safrinha-RS, armazenados por 6 meses. *Semina: Ciências Agrárias*, 32, 235-244.
- Smaniotto, T. A., Resende, O., Marçal, K. A. F., Oliveira, D. E. C., Simon, G. A. 2014. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 446-453.
- Tabile, R. A., Toledo, A., Silva, R. P., Furlani, C. E. A., Grotta, D. C. C., Cortez, J. W. 2008. Perdas na colheita de milho em função da rotação do cilindro trilhador e umidade dos grãos. *Scientia Agrária*, 9, 505-510.
- Tefera, T., Kanampiu, F., De Groot, H., Hellin, J., Mugo, S., Kimenju, S., Beyene, Y., Boddupalli, P. M., Shiferaw, B., Banziger, M. 2011. The metal silo: An effective grain storage technology for reducing post-harvest insect and pathogen losses in maize while improving smallholder farmers' food security in developing countries. *Crop Protection*, 30, 240-245.
- Weinberg, Z. G., Yan, Y., Chen, Y., Finkelman, S., Ashbell, G., Navarro, S. 2008. The effect of moisture level on high-moisture maize (*Zea mays* L.) under hermetic storage conditions-in vitro studies. *Journal of Stored Products Research*, 44, 136-144.