

Influência de diferentes intervalos de processamento de milho doce sobre características quantitativas e qualitativas

Influence of different intervals for sweet corn processing on quantitative and qualitative characteristics

Rodrigo da Silva Richieri^{1*}, Francisco Gilderlan Silva Costa², Juliana Nascimento Silva³, Clarice Aparecida Megguer¹, Luiz Fernandes Cardoso Campos³ e Abadia dos Reis Nascimento³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Morrinhos, GO, Brasil. Autor para correspondência: rodrigo.richieri@syngenta.com

²Cooperativa de Trabalho dos Profissionais de Agronomia, Maringá, PR, Brasil.

³Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

Submissão: 20/03/2020 | Aceite: 18/02/2021

RESUMO

O milho doce se diferencia do milho comum devido a menores concentrações de amido em relação à sacarose em seu endosperma, característica essa que confere a cultivares deste segmento um sabor adocicado único para essa espécie vegetal. Devido à alta perecibilidade deste produto, recomenda-se que o intervalo entre a colheita e seu processamento seja o menor possível, a fim de preservar tanto características quantitativas como as de ordem qualitativa. Portanto, objetivou-se com esse trabalho estudar os efeitos ocorridos em ordem quantitativa e qualitativa em milho doce quando este é colhido e submetido ao processamento tardio, ou seja, em períodos não recomendados. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições. Adotou-se como períodos de processamento das espigas 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas após a colheita. Características como peso fresco da espiga com palha, sem palha, somente do sabugo e somente dos grãos oriundos do processamento foram anotados bem como seu rendimento industrial. Também foram avaliados a umidade da amostra, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, teor de sacarose e de açúcares redutores. Durante os períodos de armazenamento pós-colheita e pré-processamento das espigas de milho doce não foi verificado ganhos ou perdas em caráter quantitativo. Verificou-se uma redução de 15,6% na concentração de sólidos solúveis, em função do período de processamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L. var. *saccharata*, rendimento industrial, pós-colheita.

ABSTRACT

Sweet corn differs from common corn due to its lower concentrations of starch in relation to the sucrose in its endosperm, a characteristic that gives cultivars in this segment a unique sweet taste for this vegetable species. Because of this product's high perishability, the interval between harvest and processing is recommended to be as short as possible so as to preserve both its quantitative and qualitative characteristics. The objective of this study was to observe the effects on the quantity and quality of sweet corn when it is harvested and subjected to late processing, i.e., periods that are not recommended. A randomized block design with five replications was adopted for the experiment. The following intervals were chosen for processing the ears of corn: 0, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 hours after harvest. Characteristics such as the fresh weight of the ear with and without the husk, of only the cob, and of only the kernels from processing as well as the industrial yield were noted. The sample's moisture, soluble solids content, titratable acidity, and sucrose and reducing sugar content were also evaluated. No quantitative gains or losses were verified during the postharvest storage and pre-processing periods for the ears of sweet corn. Depending on the interval before processing there was a 15.6% reduction in the concentration of soluble solids.

KEYWORDS: *Zea mays* L. var. *saccharata*, industrial yield, postharvest.

INTRODUÇÃO

Classificado como milho especial, o milho doce (*Zea mays* L. var. *saccharata*) tem seu destino

direcionado exclusivamente para alimentação humana existindo duas formas de consumo, *in natura* ou processada (ZUCHARELI et al. 2012, SOUZA et al. 2016). Pode-se realizar a colheita das espigas antes do período da polinização, envasando as mesmas posteriormente na forma de minimilho (KWIATKOWSKI & CLEMENTE 2007). A presença de alelos que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma confere aos grãos alto teor de açúcares e baixo teor de amido (ZUCHARELI et al. 2012), caracterizando uma matéria-prima com excelentes características sensoriais para a indústria de conservas (PERFEITO et al. 2017). Sendo esta modalidade de processamento é o principal destino do milho doce produzido no Brasil. Sua exploração pode ser uma alternativa econômica aos agricultores dada sua elevada cotação, que na maioria das vezes é superior à do milho convencional (ZÁRATE et al. 2009) e alta rentabilidade (JESUS et al. 2016, VENDRUSCOLO et al. 2018).

As características requeridas pelas indústrias de processamento de milho doce estão relacionadas a uniformidade na altura das plantas e da inserção das espigas, facilitando assim o processo de colheita mecanizada; uniformidade no teor de umidade nos grãos e alta concentração de açúcar nos mesmos, proporcionando uma melhor palatabilidade do produto (PERFEITO et al. 2017, SILVA et al. 2020). A textura dos grãos deve ser uniforme apresentando pericarpo fino com grãos tenros e alta produção de grãos por espiga para obtenção de alto rendimento industrial (KWIATKOWSKI & CLEMENTE 2007).

O milho doce é considerado uma olerícola altamente perecível devido sua elevada atividade metabólica no período de pós-colheita, motivo esse que se recomenda sua colheita durante as primeiras horas da manhã com o intuito de evitar o acúmulo de calor pelas espigas durante o decorrer do dia (MORETTI & HENZ 2002). Todavia esse manejo durante a colheita nem sempre é empregado pelas agroindústrias. O tamanho da área cultivada aliada a pressão para produções industriais cada vez mais elevadas, fazem com que as frentes de colheita estendam suas atividades ao longo de todo o dia.

Sendo assim é recomendado que o transporte do milho doce, do campo até as unidades de processamento, seja realizado por caminhões refrigerados com a finalidade de promover a rápida troca de calor da matéria prima, preservando assim sua qualidade (PEREIRA FILHO & TEIXEIRA 2016). Porém, na realidade brasileira o transporte é feito por caminhões desprovidos de quaisquer dispositivos de refrigeração, que muitas vezes percorrem centenas de quilômetros até as agroindústrias processadoras.

Após a chegada das espigas às fábricas, recomenda-se o seu imediato processamento. Todavia dependendo do planejamento das empresas aliada a fatores climáticos que podem acarretar aumento ou diminuição do período de maturação das espigas, poderá ocorrer um acúmulo de matéria prima nos pátios das empresas. Tudo isso, pode estender o período de espera para o processamento superior a quatro horas, tempo este apontado pelas agroindústrias como máximo de espera.

O mau acondicionamento das espigas bem como seu processamento tardio podem acarretar queda da qualidade do produto. Perdas na ordem de 14% do seu teor de açúcares podem acontecer com o milho doce quando armazenado a 20 °C por um período de apenas três horas. Essa perda pode ser reduzida a 4% em 24 horas e de 7% a 8% em 72 horas a 0 °C (CHITARRA & CHITARRA 2005). Este decréscimo na concentração de açúcares está relacionado tanto a sua conversão em polissacarídeos, principalmente amido, como pelo seu consumo durante o processo respiratório (PARENTONI et al. 1990). De acordo com XIAOLONG & YUNFEI (2011) a manutenção de menor taxa de respiração e menor perda de açúcar é favorecida quando o milho doce fresco, é armazenado a -1 °C (ponto de congelamento), quando comparado ao mesmo milho armazenado resfriado a 4 °C.

Pouco se conhece sobre os efeitos acarretados pelo mau acondicionamento ou pela demora no processamento das espigas, sobre características quantitativas como rendimento industrial. Frente aos desafios que as empresas processadoras de milho doce enfrentam todos os dias, por lidarem com uma matéria prima muito perecível, aliada ao baixo número de trabalhos em comparação com outras culturas do cenário agrícola brasileiro, objetivou-se com esse trabalho estudar os efeitos ocorridos em ordem quantitativa e qualitativa em milho doce quando este é colhido e submetido ao processamento tardio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na horta do setor de Horticultura da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, no município de Goiânia, Goiás, situado na latitude 16°35'48,1", longitude 49°16'53,7" e altitude de 725 metros. O local apresenta clima Aw, segundo classificação de Köppen-Geiger, caracterizado por clima tropical com estação chuvosa de outubro a abril e um período com precipitações inferiores a 100 mm mensais entre maio a setembro (CARDOSO et al. 2014). O monitoramento climático da área experimental foi realizado desde a implantação da cultura até a colheita, tomando como fonte de informação os dados registrados pela Estação Evaporimétrica da Universidade Federal de Goiás, localizada

dentro da própria Escola de Agronomia na cidade de Goiânia, Goiás (Tabela 1). Durante o período de condução da cultura do milho doce, estação chuvosa do ano, observou-se uma boa distribuição em volume e frequência de precipitações, tornando dispensável a utilização de sistema de irrigação para suportar possíveis déficits hídricos da cultura em questão.

Tabela 1. Dados climáticos durante a condução do experimento entre 20 de janeiro e 21 de abril de 2018.
Table 1. Climate data recorded during the experiment between January 20 and April 21, 2018.

Mês	T °C Max.	T °C Min.	T °C Média	UR% Média	Precipitação Total (mm)	Precipitação Média (mm)	Dias chuvosos
Janeiro ¹	30,9	19,5	25,2	67,0	88,2	7,4	11
Fevereiro	30,3	19,5	24,9	67,1	171,8	6,1	14
Março	30,1	19,8	25,3	67,1	193,6	6,2	18
Abril ²	29,3	18,8	24,1	66,4	109,8	5,2	14

Fonte: Estação Evaporimétrica – UFG – 2018.

¹Dados referentes ao período de 20/janeiro até 31/janeiro – 11 dias.

²Dados referentes ao período de 01/abril até 21/abril – 21 dias.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA 2013), cujas características químicas e físicas antes da instalação do experimento, na camada de 0-0,20 m de profundidade, foram: pH em CaCl₂ = 5,3; matéria orgânica = 20 g dm⁻³; P Mehlich = 14 mg dm⁻³; Al = 0,0 cmolc dm⁻³; H + Al = 2,5 cmolc dm⁻³; K = 0,031 cmolc dm⁻³; Ca = 2,7 cmolc dm⁻³; Mg = 0,8 cmolc dm⁻³; capacidade de troca de cátions = 6,03 cmolc dm⁻³; V = 59%; Cu = 2,3 mg dm⁻³; Fe = 34 mg dm⁻³; Mn = 49 mg dm⁻³; Zn = 9,3 mg dm⁻³; argila = 390 g kg⁻¹; silte = 250 g kg⁻¹ e areia = 360 g kg⁻¹.

O cultivar utilizado neste trabalho foi o MD0001, super doce, contendo o alelo *shrunken2* (*sh2*). A adubação foi realizada no momento do plantio e em cobertura e os fertilizantes foram aplicados conforme descrito na Tabela 2. A semeadura foi realizada manualmente no dia 20 de janeiro de 2018, o espaçamento entre linhas adotado foi de 50 cm dispondo cinco sementes por metro. Cada linha de plantio tinha oito metros de comprimento tendo o ensaio ocupado uma área de 840 m². Aos 21 dias após a emergência foi realizado desbaste de plantas, ajustando a população para três plantas por metro obtendo como população final 60 mil plantas por hectare. O controle de patógenos, pragas e plantas daninhas foi realizado conforme indicação para a cultura nas doses recomendadas pelos fabricantes.

Tabela 2. Adubação de plantio e cobertura realizadas durante a condução do experimento.
Table 2. At-planting and growth-stage fertilization applied during the experiment.

Fertilizantes	Volume (kg ha ⁻¹)	Época	Observação
04-30-10	400	Plantio	Aplicado no sulco
Sulfato de amônio	150	10 DAE	Aplicado na linha
Ureia + KCl + Ácido Bórico	150 + 100 + 3	20 DAE	Aplicado na linha
Ureia + KCl + Ácido Bórico	150 + 100 + 3	30 DAE	Aplicado na linha

DAE = Dias após a emergência.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em tempos de espera para o processamento e foram definidos em: 0 – Imediatamente após a colheita, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas após a colheita.

A umidade dos grãos foi monitorada constantemente e aos 91 dias após a semeadura, os grãos apresentavam umidade média em torno de 75%. A umidade dos grãos foi determinada através do determinador de umidade (Modelo IV2500 da fabricante Gehaka). A colheita foi iniciada às 8 horas da manhã, e foram colhidas 30 espigas para cada repetição, sendo retiradas 15 espigas de cada uma das duas linhas centrais da unidade experimental. As espigas foram acondicionadas em sacos de polietileno e estes foram acomodados em ambiente aberto a fim de expor as espigas as mesmas condições de espera para o processamento que ocorre nos pátios das unidades de processamento industrial.

No momento da colheita e a cada quatro horas as espigas de milho foram avaliadas quanto: massa da espiga com palha; massa da espiga sem palha; massa de grãos; massa de sabugo; umidade de grãos; sólidos solúveis (°Brix); acidez titulável e teor de açúcares solúveis totais e redutores.

Para a determinação da massa fresca da espiga com palha, espiga sem palha, massa de sabugo e grão desgranado foram utilizadas 30 espigas por repetição em cada período pós-colheita. As espigas e os

grãos foram pesados em uma balança da marca Toledo, modelo 3400. Para a processo de desgrana das espigas foi utilizado uma desgranadora manual com facas ajustáveis para o corte rente ao sabugo do milho. A massa fresca da palha foi obtida subtraindo-se a massa fresca da espiga com palha menos a massa fresca da espiga sem palha

A umidade de grãos foi obtida após o processo de desgrana, utilizando uma amostra de 100 gramas por parcela triturada em liquidificador até atingir um ponto de pasta. Separou-se com auxílio de uma balança de precisão, cinco gramas desta pasta para coleta da umidade da amostra através do aparelho IV2500 da fabricante Gehaka.

Foi calculado o rendimento industrial clássico (Equação 1), para o milho doce com base nas variantes: massa fresca da espiga com palha (MEP) e massa fresca dos grãos após o processo de desgrana da espiga (PG). Como base neste dado temos uma visão da porcentagem da massa de grãos em relação a massa da espiga com palha.

$$RI (\%) = \frac{PG (kg) \times 100}{MEP (kg)} \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

RI: Rendimento Industrial (%)

PG: Massa fresca dos grãos após o processo de desgrana da espiga; e

MEP: Massa fresca da espiga com palha.

Além do rendimento industrial clássico também foi calculada a capacidade de “enlatamento” das espigas de milho doce, ou seja, um índice de preenchimento de latas pelos grãos (Equação 2). Este índice aponta a quantidade de espigas necessárias para o preenchimento de uma lata padrão de mercado com 200 gramas de grãos de milho doce drenado. Para este cálculo foi utilizada a variável massa fresca dos grãos após o processo de desgrana da espiga (PG) e o fator 0,200 (fator para embalagens com 200 gramas de grãos de milho drenado).

$$IP = \frac{PG}{0,200} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

IP: Índice de preenchimento de latas; e

PG: Massa fresca dos grãos após o processo de desgrana das espigas.

O teor de sólidos solúveis (°Brix), foi determinado com auxílio de refratômetro digital (refractive index 1.3330-1.4098), a partir da pasta resultante do processo de liquidificação prensada com auxílio de algodão hidrofílico 100% para assim obter o suco do milho doce.

A acidez titulável foi determinada por titulometria de neutralização, usando-se como titulante uma solução de NaOH 0,1 N, e substância indicadora (fenolftaleína). Para cada amostra de 10 g do suco de milho doce, foi adicionado 50 mL de água destilada. A amostra foi titulada até pH 8,1, sendo os valores expressos em porcentagem de ácido málico. Para a quantificação dos açúcares solúveis totais foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS et al. 1956) e para a determinação dos açúcares redutores foi empregado o método de Somogy-Nelson (NELSON 1944).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pela análise de regressão a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período adotado de armazenamento, pré-processamento, não influenciou de maneira significativa, as variáveis quantitativas: massa das espigas com palha, massa das espigas sem palha, massa dos grãos, massa de sabugo e o índice de preenchimento de lata (Tabela 3).

Foi ajustado o modelo de regressão quadrático para massa da palha (Figura 1). Constatou-se, para essa variável, um decréscimo até 8 horas após a colheita, e uma estabilidade até as 20 horas após a colheita, com o período final de processamento (24 horas), a massa apresentou leve aumento. Pode-se atribuir a redução da massa da palha pela perda de água, para o ambiente, principalmente nos horários diurnos. Ao anoitecer houve estabilização da massa, que voltou a aumentar devido ao umedecimento noturno. Estes resultados vão de encontro aos observados por BRAZ et al. (2006), onde constatou-se que espigas “empalhadas” acomodadas por sete dias a temperatura ambiente não apresentaram sinais de murcha dos grãos e sim apenas sinais de desidratação da palha.

Tabela 3. Massa de espiga com palha, massa de espiga sem palha, massa de grãos por espiga, massa de sabugo por espiga e índice de preenchimento de lata do cultivar de milho doce MD0001, em função do tempo para processamento após a colheita.

Table 3. Weight of ear with husk, weight of ear without husk, weight of kernels per ear, weight of cob per ear, and can-filling index for the MD0001 sweet corn cultivar, expressed as a function of the interval of time after harvest prior to processing.

Tempo (horas)	Massa de espiga com palha	Massa de espiga sem palha	Massa de grãos por espiga	Massa de sabugo por espiga	Índice de preenchimento de lata
	----- kg -----				-
0	0,368	0,264	0,153	0,111	0,77
4	0,349	0,254	0,144	0,110	0,72
8	0,355	0,264	0,150	0,114	0,75
12	0,346	0,265	0,155	0,110	0,77
16	0,350	0,266	0,152	0,114	0,76
20	0,345	0,261	0,148	0,113	0,74
24	0,341	0,254	0,139	0,115	0,70
R. Linear	ns	ns	ns	ns	ns
R. Quadrática	ns	ns	ns	ns	ns
CV %	6,20	7,35	10,13	5,43	10,18

ns = não significativo. CV = coeficiente de variação.

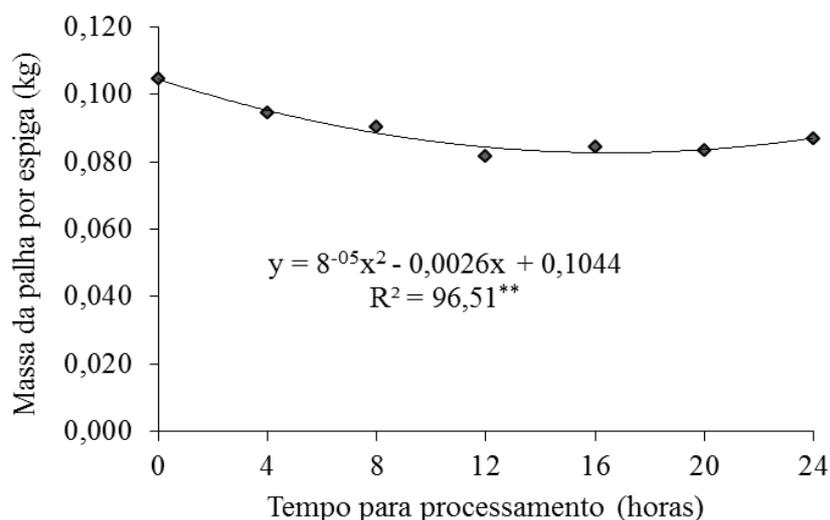


Figura 1. Massa da palha, por espiga, do cultivar de milho doce MD0001, em função do tempo para processamento após a colheita. ** = significativo a 1% de probabilidade.

Figure 1. Weight of husk per ear of the MD0001 sweet corn cultivar, expressed as a function of the interval of time after harvest prior to processing. ** = 1% significance level.

A redução da massa fresca da palha das espigas deixa claro que esta exerce uma primeira barreira física na interface espiga ambiente, atuando na função de proteção aos grãos tanto de fatores bióticos como insetos ou agentes patogênicos como dos fatores abióticos. Estudando a perda de massa fresca de espigas despalhada acondicionada a 11 °C, MAMEDE et al. (2009) observaram que após dois dias as espigas perderam aproximadamente 2% de sua massa fresca e que após oito dias perderam aproximadamente 6% de sua massa fresca.

Com base nos dados de rendimento industrial coletados ao longo dos sete períodos de processamento das espigas, notou-se que, após os dados serem ajustados para o modelo de regressão, o pico de rendimento se deu às 12,4 horas após a colheita (Figura 2). Entretanto, neste mesmo intervalo de tempo, não foi observado diferença para o índice de preenchimento de latas (Tabela 3), ou seja, o potencial produtivo das espigas se manteve constante apesar da oscilação do rendimento industrial clássico.

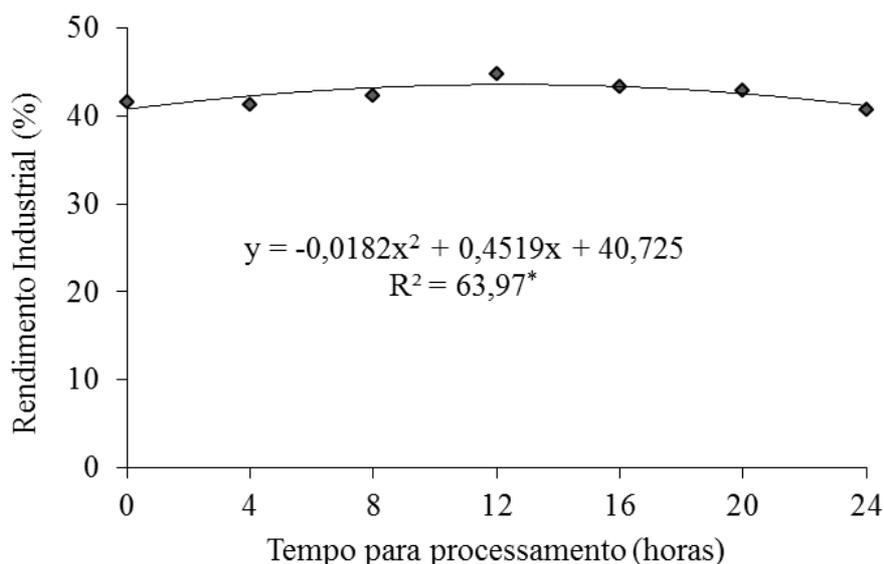


Figura 2. Rendimento industrial do cultivar de milho doce MD0001, em função do tempo para processamento após a colheita. * = significativo a 5% de probabilidade.

Figure 2. Industrial yield of the MD0001 sweet corn cultivar, expressed as a function of the interval of time after harvest prior to processing. * = 5% significance level.

Devido a diminuição da massa fresca da palhada das espigas bem como a manutenção da massa fresca dos grãos ao longo do tempo, foi observado diferenças do rendimento industrial, todavia sem ganhos produtivos dado a manutenção da capacidade de preenchimento das embalagens pelos grãos, ou seja, este é um aumento no rendimento não atrelado a aumento da massa fresca dos grãos e sim a uma diminuição da massa fresca da palhada.

A umidade dos grãos, porcentagem de sacarose, açúcares redutores e acidez titulável não apresentaram diferença estatística durante o intervalo de tempo de processamento (Tabela 4).

Tabela 4. Umidade dos grãos, porcentagem de sacarose, açúcares redutores e acidez titulável do cultivar de milho doce MD0001, em função do tempo para processamento após a colheita.

Table 4. Grain moisture and percentage of sucrose, reducing sugars, and titratable acidity of the MD0001 sweet corn cultivar, expressed as a function of the interval of time after harvest prior to processing.

Tempo (horas)	Umidade dos grãos	Sacarose	Açúcares redutores	Acidez Titulável
	-----%-----			(% de ácido málico)
0	75,76	13,16	5,19	0,30
4	76,70	14,04	3,85	0,32
8	76,84	13,46	5,43	0,30
12	77,85	12,45	5,16	0,30
16	77,06	13,15	4,06	0,31
20	77,73	13,05	4,72	0,28
24	76,67	13,75	3,77	0,29
R. Linear	ns	ns	ns	ns
R. Quadrática	ns	ns	ns	ns
CV %	2,08	10,83	50,45	7,67

ns = não significativo. CV = coeficiente de variação.

Segundo CAMILO et al. (2015) o milho doce perde umidade mais lentamente que os grãos de milho comum, em consequência do metabolismo diferenciado e da grande proporção de água, em relação à matéria seca. Este fator corrobora ao resultado, obtido nesse trabalho, onde não foi verificada variação da umidade dos grãos, ao longo do tempo de armazenamento.

A colheita do milho doce é realizada quando os grãos ainda estão com alto teor de umidade (superior a 70%). A relação entre a taxa de sacarose e amido no momento da colheita do milho doce interfere diretamente na qualidade do produto. Estes carboidratos apresentam uma relação estreita com o estágio de maturação (LUZ et al. 2014). Dessa forma, a manutenção da umidade ideal dos grãos ao longo do período de armazenamento, contribuiu para manter estável seus parâmetros qualitativos (Tabela 4). Além disso a manutenção dos teores constantes de sacarose é devida existir, ainda, uma reserva de açúcares prontamente disponíveis para os processos metabólicos.

A acidez em frutas e hortaliças indica sabores ácidos ou azedos dos mesmos devido a presença de ácidos orgânicos como o ácido cítrico, málico, tartárico e outros (AROUCHA et al. 2010). O pH e mais precisamente a acidez dos alimentos também pode ser considerada como um fator determinante para a multiplicação dos micro-organismos comuns durante períodos de acondicionamento no pós-colheita (PINTO et al. 2019).

A concentração destes ácidos orgânicos no interior das células vegetais pode sofrer alterações devido ao processo que esteja ocorrendo nas mesmas. No processo respiratório, o ciclo dos ácidos tricarbônicos ou ciclo de Krebs que ocorre na matriz mitocondrial, os ácidos orgânicos são oxidados completamente em CO_2 , acarretando assim em diminuição nas concentrações desses ácidos no interior celular (KERBAUY 2008).

Por outro lado, em situações de baixa disponibilidade de oxigênio, devido a espiga contar com a palha como uma barreira protetora, ocorre a paralisação da oxidação do citocromo, interrompendo a cadeia transportadora de elétron, crucial para produção de energia. Nesta situação o fluxo de carbono é desviado no final da via glicolítica e o piruvato é reduzido pela enzima desidrogenase do lactato, produzindo lactato. Esta situação metabólica não pode ser mantida por longos períodos tendo em vista que o acúmulo de lactato leva à acidificação do citossol (KERBAUY 2008).

Observou-se para o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) uma queda de 15,6% quando comparado o período inicial (0 horas) com o período final de processamento (24 horas) (Figura 3). Esta diferença pode ser explicada devido a estes açúcares estarem prontamente disponíveis para o processo respiratório, tendo assim seu consumo acelerado após a colheita. Em seu estudo FRANÇOSO et al. (2008), verificaram que a deterioração no período pós-colheita de morango acondicionado a temperatura ambiente pode ser atribuída à elevada taxa respiratória que acaba por consumir a reserva energética dos frutos. Quanto mais rápido for realizado o processamento ou resfriamento do milho doce, maior será sua vida útil, pois após a colheita a perda da doçura no grão é rápida (KWIATKOWSKI & CLEMENTE 2007).

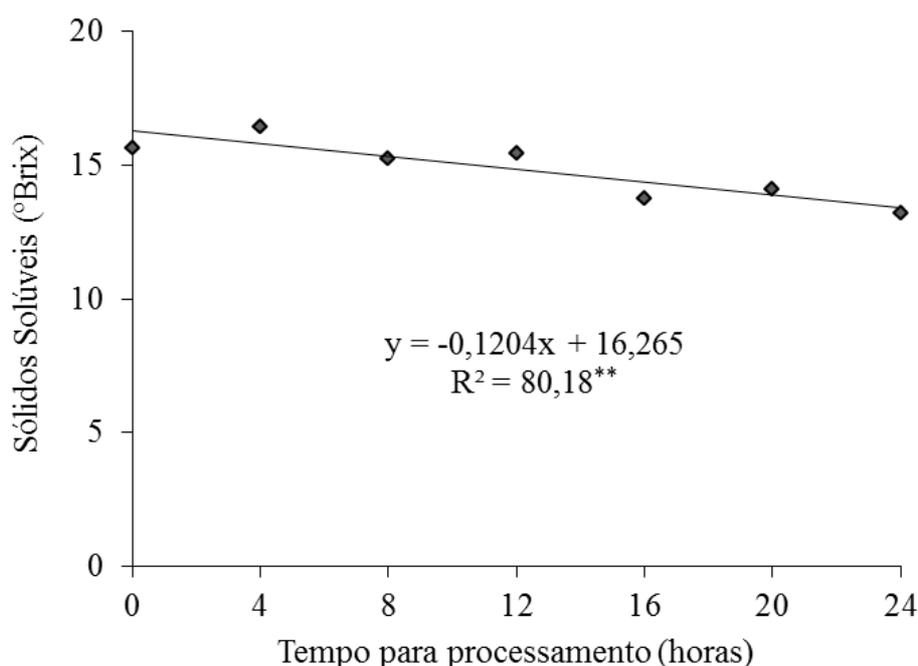


Figura 3. Teor de sólidos solúveis, de grãos, do cultivar de milho doce MD0001, em função do tempo para processamento após a colheita. ** = significativo a 1% de probabilidade.

Figure 3. Soluble solids and grain content of the MD0001 sweet corn cultivar, expressed as a function of the interval of time after harvest prior to processing. ** = 1% significance level.

Segundo estudo de MAMEDE et al. (2009) avaliando o comportamento do teor de sólidos solúveis em cultivares de milho verde, observaram que durante um período de armazenamento de oito dias a uma temperatura de 5 °C, o material AG1051 apresentou uma redução de 11,2% para 9,4% de sólidos solúveis e o material HT1 oscilou entre 11,9% e 9,7% no mesmo intervalo de tempo.

Nota-se pelos resultados que a porcentagem de acidez presente nos grãos de milho se manteve constante durante todos os períodos de processamento (Tabela 4) indicando que, nas condições adotadas para esse trabalho, a atividade metabólica seja pela respiração ou pela fermentação, apesar dos resultados de sólidos solúveis terem apresentado queda no decorrer de todos os processos, não foi suficiente para promover alterações na concentração dos ácidos orgânicos presentes na célula vegetal.

A manutenção do teor de sacarose no decorrer dos períodos de processamento colabora com a tese de que o tempo de acondicionamento das espigas e a forma da qual as mesmas foram estocadas (empalhadas) neste trabalho proporcionou uma manutenção de sua qualidade, tendo sido consumido apenas compostos solúveis da solução de sacarose, verificado na oscilação do teor de sólidos solúveis.

CONCLUSÃO

Apesar do rendimento industrial do milho doce alcançar pico às 12,4 horas após a colheita, o mesmo não representou um aumento na produtividade das espigas, dado que os valores do índice de preenchimento de embalagens se mantiveram constantes durante todo o intervalo de tempo.

Há redução nos teores de sólidos solúveis em função do período de armazenamento, após colheita. Já para demais características; porcentagem de umidade dos grãos, sacarose, açúcares redutores e acidez titulável, o intervalo de tempo estudado não influencia em seus teores.

REFERÊNCIAS

- AROUCHA EMM et al. 2010. Acidez em frutas e hortaliças. *Revista Verde* 5: 1-4.
- BRAZ RF et al. 2006. Perda de peso pós-colheita de espigas de milho-verde em função de diferentes formas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 5: 139-144.
- CAMILO JS et al. 2015. Aceitação sensorial de híbridos de milho doce e híbridos de milho verde em intervalos de colheita. *Revista Ceres* 62: 1-8.
- CARDOSO MRD et al. 2014. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica* 16: 40-55.
- CHITARRA MIF & CHITARRA AB. 2005. Perdas pós-colheita. In: CHITARRA MIF & CHITARRA AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA. p.151-202.
- DUBOIS M et al. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 28: 350-356.
- EMBRAPA. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília: Embrapa.
- FRANÇOSO ILT et al. 2008. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28: 614-619.
- JESUS AA et al. 2016. Análise econômica da produção do milho doce cultivado com aplicação de bioestimulante via semente. *Revista de la Facultad de Agronomía* 115:119-127.
- KERBAUY GB. 2008. Fisiologia Vegetal. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- KWIATKOWSKI A & CLEMENTE E. 2007. Caracterização do milho doce (*Zea mays* L.) para industrialização. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial* 1: 93-103.
- LUZ JMQ et al. 2014. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. *Horticultura Brasileira* 32: 163-167.
- MAMEDE AMGN et al. 2009. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde minimamente processado sob diferentes temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 200-206.
- MORETTI CL & HENZ GP. 2002. Manuseio pós-colheita de milho doce. In: PEREIRA FILHO IA. (Ed.). O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa. p.195-204.
- NELSON NA. 1944. Fotometric adaptaion of Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry* 153: 375-380.
- PARENTONI SN et al. 1990. Milho doce. *Informe Agropecuário* 14: 17-22.
- PERFEITO DGA et al. 2017. Caracterização pós-colheita de milho doce submetido ao parcelamento de fertirrigação nitrogenada. *Brazilian Journal of Food Technology* 20: e2016140.
- PEREIRA FILHO IA & TEIXEIRA FF (Ed.). 2016. O cultivo do milho-doce. Brasília: Embrapa.
- PINTO UM et al. 2019. Deterioração microbiana dos alimentos. In: JOSÉ JFBS & ABRANCHES MVI. Microbiologia e higiene de alimentos: teoria e prática. Rio de Janeiro: Rubio. p.33-54.
- SILVA MF et al. 2020. Selection indexes for agronomic and chemical traits in segregating sweet corn populations. *Horticultura Brasileira* 38: 71-77.
- SOUZA EJ et al. 2016. Características da espiga do milho doce produzido sob diferentes lâminas de irrigação e doses nitrogenadas. *Engenharia na Agricultura* 24: 50-62.

- VENDRUSCOLO et al. 2018. Viabilidade econômica do cultivo de milho doce submetido à inoculação com *Azospirillum brasilense* e soluções de tiamina. *Revista de Ciências Agrárias* 61: 1-7.
- XIAOLONG S & YUNFEI L. 2011. Quality control of fresh sweet corn in controlled freezing-point storage. *African Journal of Biotechnology* 10: 14534-14542.
- ZÁRATE NAH et al. 2009. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. *Semina: Ciências Agrárias* 30: 95-100.
- ZUCHARELI C et al. 2012. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de milho doce. *Revista Brasileira de Sementes* 34: 480-487.