

TEOR DE AMIDO EM ESPIGAS DE MILHO-VERDE MANTIDAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

RICARDO FIGUEIREDO BRAZ¹, JOÃO CARLOS CARDOSO GALVÃO², FERNANDO LUÍZ FINGER², GLAUCO VIEIRA MIRANDA² e MÁRIO PUIATTI²

¹Mestre em Fitotecnia, UFV (autor para correspondência).

²Professor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 7, n.1, p. 69-75, 2008

RESUMO - Os procedimentos pós-colheita são fatores de extrema importância na produção do milho-verde, uma vez que podem representar até 50% do custo total de produção dessa cultura. Todavia, existem poucos trabalhos relacionados aos procedimentos pós-colheita de espigas de milho. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das condições de armazenamento e do tipo de acondicionamento sobre os teores de amido em grãos de milho-verde. Foram utilizados dois híbridos de milho; AG 1051 e DINA 170, colhidos com aproximadamente 80% de umidade. Foram conduzidos dois ensaios, sendo um sob refrigeração a ($5^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), simulando a temperatura dos balcões frigorificados e outro à temperatura ambiente ($22^{\circ}\text{C} \pm 1,8^{\circ}\text{C}$). Nessas condições, foram avaliados três diferentes modos de acondicionamento: espigas empalhadas, espigas despalhadas e espigas despalhadas e embaladas em bandejas de isopor seladas com filme de cloreto de polivinila (PVC), que foram denominadas espigas embaladas. Após a instalação do experimento, as avaliações e retiradas de amostras foram feitas a cada três dias, para os tratamentos mantidos em temperatura ambiente, e a cada cinco dias, para os tratamentos a 5°C . A quantificação dos teores de amido foi realizada pela reação com antrona. O experimento foi conduzido segundo um esquema em parcelas subdivididas, dispostas em delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos permitiram concluir que, em temperatura ambiente, os grãos das espigas embaladas acumularam menores teores de amido, independente do híbrido utilizado, e que a embalagem com filme PVC, mesmo a 5°C , não foi capaz de reduzir as taxas de acúmulo de amido das espigas de milho verde de ambos os híbridos, durante dez dias de armazenamento.

Palavras-chave: milho, acondicionamento, refrigeração, amido, pós-colheita.

STARCH CONTENT IN FRESH EARS OF CORN UNDER DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT – Postharvest handling of corn is an important factor in the production of green corn, since it can represent up to 50% of the total production cost of this crop. As a few studies have analyzed the procedures for this fresh product, the objective of this work was to evaluate the effect of storage conditions and type of package on

starch contents in green corn grains. Two corn hybrids were used in this experiment: AG 1051 and DINA 170, harvested at approximately 80 percent moisture. Two assays were conducted, being one under refrigeration at $5^{\circ}\text{C} \pm 0.8^{\circ}\text{C}$, and another at room temperature ($22^{\circ}\text{C} \pm 1.8^{\circ}\text{C}$). In these conditions, three different types of package were evaluated: ears with husks, ears without husks and ears wrapped in a PVC film (without husks). Evaluations and samplings were done every three days for the treatments at room temperature and every five days for the treatments at 5°C . Starch quantification was done using anthrone reaction. A completely randomized design with a subdivided plots scheme was used, with two replications. The means were compared by Turkey test at 5% probability. Results showed that, at room temperature, grains from wrapped ears presented lowest starch contents, regardless hybrid analyzed, and PVC film was unable to reduce the starch accumulation rates, at the tested temperatures, in both hybrids, during the ten days of storage.

Key words: corn, storage, refrigeration, starch, postharvest.

O ponto de colheita do milho-verde para consumo “*in natura*” ocorre quando as espigas se encontram parcialmente desenvolvidas (Kays, 1991). Essa fase se caracteriza por intensa atividade metabólica, como, por exemplo, altas taxas respiratórias e baixos níveis de reservas energéticas quando a não utilização do tratamento pós-colheita adequado pode acarretar elevadas perdas na comercialização desse produto (Brecht, 1995).

Segundo Kays (1991), durante o período pós-colheita, existem síntese e degradação contínua de vários compostos para fornecimento de energia, além de precursores a várias reações, porém, muitas delas indesejáveis. Em milho-verde, os açúcares livres, que representam importantes atributos de qualidade nos grãos, são prontamente convertidos a amido após a colheita, reduzindo a qualidade do produto. Essas perdas podem ser reduzidas com o uso de técnicas apropriadas e com o conhecimento do material a ser armazenado. A temperatura, a atmosfera de armazenamento e a umidade relativa do ambiente são as variáveis de

ambiente que mais interferem na preservação da qualidade.

Um método muito utilizado para se prolongar a vida pós-colheita da maioria dos produtos hortícolas é a utilização do armazenamento em atmosfera modificada (AM), que tem como princípio a alteração passiva da concentração de gases no interior das embalagens com o retardo dos processos de senescência (Morales-Castro *et al.*, 1994). Outro ponto positivo na utilização da AM é que, na maioria das vezes, a mesma também causa uma elevação na concentração de vapor de água no interior das embalagens, reduzindo a perda de água pelos produtos (FINGER & VIEIRA, 1997). Para Honório & Abrahão (1999), a refrigeração é a tecnologia mais utilizada para a conservação de produtos hortícolas. Sua utilização baseia-se na retirada de calor do produto, de modo que sejam reduzidas suas atividades metabólicas e, conseqüentemente, sua taxa de envelhecimento. Além disso, a redução da temperatura pode inibir a atividade microbológica. Hardenburg

et al. (1986) indicam que, em milho-verde, o teor de sacarose pode ser reduzido em até 60% em apenas um dia quando armazenado a 30°C e pode ser consideravelmente menor (6%), quando utiliza-se armazenamento a 0°C.

No milho-verde, o avanço da maturação e as reações metabólicas ocorridas após a colheita fazem com que a maior parte dos açúcares livres seja convertida em amido (Kays, 1991; Romero et al., 1999). Tais reações podem ser indesejáveis, uma vez que o sabor adocicado, característico do produto fresco, se deve à presença de açúcares livres nos grãos. Dessa maneira, quanto menor a concentração de amido, maior será a palatabilidade do produto, porém, é importante salientar que a proporção ideal entre açúcares e amido depende basicamente do tipo de preparação a que as espigas se destinam. Segundo Matos et al. (2000), para consumo em saladas, assado ou cozido, os grãos devem ser mais novos, ou seja, com menores teores de amido. O milho para curau, mingau, angu, pamonha e outros pratos semelhantes deve ser colhido em estágio de desenvolvimento mais avançado e, conseqüentemente, apresentar maiores teores de amido.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das condições de armazenamento e do tipo de acondicionamento sobre os teores de amido em grãos de milho-verde dos híbridos DINA 170 e AG 1051.

Material e Métodos

No experimento, foram utilizados dois híbridos recomendados para a produção de milho-verde, DINA 170 e AG 1051. O híbrido DINA 170 tem se destacado entre as cultivares de milho comercialmente plantadas

no Brasil (Bottini et al., 1995), principalmente por possuir significativa vida pós-colheita. O híbrido AG 1051 também é recomendado para a produção de milho-verde, porém, são ainda necessários estudos mais detalhados sobre suas potencialidades na conservação pós-colheita.

O plantio foi realizado na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Minas Gerais. A adubação e os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para o cultivo do milho visando à produção de milho-verde, com população de 50.000 plantas/ha para os dois híbridos. A colheita foi realizada aos 83 dias após o plantio, sendo as espigas dos híbridos DINA 170 e AG 1051 colhidas com 79,5% e 80,5% de umidade, respectivamente, coincidindo com o estágio de grãos leitosos/pastosos. Após a colheita, as espigas foram encaminhadas ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde foram preparadas e acondicionadas de acordo com cada tratamento.

Foram conduzidos dois ensaios, sendo um sob refrigeração a (5°C ± 0,8°C), simulando a temperatura dos balcões frigorificados e outro à temperatura ambiente (22°C ± 1,8°C). Nessas condições, foram avaliados três diferentes modos de acondicionamento: espigas empalhadas, espigas despalhadas e espigas despalhadas e embaladas em bandejas de isopor seladas com filme de cloreto de polivinila PVC (marca Filmito), que foram denominadas espigas embaladas.

As espigas mantidas em temperatura ambiente foram avaliadas a cada três dias, por nove dias, enquanto as espigas mantidas sob refrigeração foram avaliadas a cada cinco dias, até o décimo dia.

Para a determinação dos teores de amido, foram utilizadas duas repetições, totalizando quatro espigas. As amostras dos grãos foram coletadas na região central de cada uma das espigas que formavam as repetições. A junção dessas amostras formou uma amostra composta da qual foram retirados 12 g e imersos em etanol 80% fervente e, então, armazenada a -20°C, em frascos de vidro. No momento da extração, o material foi transferido para um almofariz, macerado com areia lavada e etanol a 80%, fervente, seguido de centrifugação a 2000 x g, por dez minutos. Após essa centrifugação, foram feitas mais três extrações com 5 mL de etanol a 80%, fervente. Os sobrenadantes de cada centrifugação foram descartados e o resíduo foi armazenado a -20°C, para a determinação do teor de amido. A determinação do amido foi feita mediante metodologia descrita por McCready *et al.*, (1950), com modificações. Para a determinação, o resíduo foi ressuspense em 11,5 mL de ácido perclórico a 30%, agitado por dois minutos em turbilhador e deixado em repouso por 30 minutos, com agitações ocasionais, seguindo-se de centrifugação a 2.000 x g por dez minutos. Esse procedimento foi repetido três vezes, sendo os sobrenadantes coletados em balão volumétrico de 100 mL, que teve o volume completado com água destilada e os precipitados descartados.

A quantificação dos teores de amido foi realizada pela reação com antrona (Hodge & Hofreiter, 1962; Plummer, 1971). Foram tomadas alíquotas de 0,1 a 1,0 mL dos extratos em tubos de ensaio com rosca, as quais foram completadas para 1 mL com água destilada e adicionadas de 5,0 mL do reagente de antrona; os tubos foram agitados por dois minutos em turbilhador e transferidos para o banho de água

em ebulição, por 12 minutos. Os tubos, depois de resfriados em banho de gelo, até a temperatura ambiente, tiveram a absorvância lida a 620 nm. A curva padrão para determinação espectrofotométrica dos teores de amido foi preparada com D-glicose, nas concentrações de 0, 20, 40, 60, 80, e 100 mg em 1,0 mL de água destilada, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9.

O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas um esquema fatorial 3 x 2 (três acondicionamentos: espiga empalhada, espiga despalhada e espiga embalada X dois híbridos comerciais recomendados para a produção de milho verde: DINA 170 e AG 1051) e na subparcela a época de avaliação, sendo quatro épocas para os tratamentos em temperatura ambiente e três épocas para o tratamentos a 5°C, dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

É importante salientar que, apesar de as amostras terem sido retiradas até o nono dia após a colheita, as espigas não mais possuíam valor comercial, pois se apresentavam extremamente murchas (espigas despalhadas e espigas empalhadas) ou com fermentação pronunciada (espigas embaladas). Decidiu-se continuar as avaliações para se obter melhores conclusões sobre o acúmulo dos teores de amido.

Verifica-se, na Tabela 1, que, no terceiro dia de avaliação, os grãos das espigas empalhadas do híbrido DINA 170 apresentavam maiores teores de amido, o que pode ser explicado pelo seu melhor empalhamento, o que possivelmente manteve o calor interno

TABELA 1. Teor de amido (mg gMF⁻¹) das espigas de milho-verde dos híbridos DINA 170 e AG 1051, armazenadas em temperatura ambiente durante nove dias, em três tipos de acondicionamento

Tipo de acondicionamento	Teor de amido (ms gMT ⁻¹) ¹			
	Dias após a colheita			
	0	3	6	9
DINA 170				
Empalhada	130,51a	152,44a	143,59a	169,78b
Embalada	130,51a	125,92b	153,67a	148,86b
Despalhada	130,51a	148,67b	154,20a	219,89a
AG 1051				
Empalhada	53,99a	69,35b	82,42b	69,07b
Embalada	53,99a	74,44b	85,90b	74,42b
Despalhada	53,99a	102,02a	117,30a	113,66a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, seguindo o teste de Tukey a 5 %.

do produto, acelerando a taxa de acúmulo de amido. As espigas embaladas acumularam 14,06% de amido, enquanto as empalhadas e as despalhadas acumularam 30,09% e 68,5% de amido, respectivamente, durante os nove dias de armazenamento.

Os teores de amido nos grãos do híbrido AG 1051 são mostrados na Tabela 1. Comparando-se os acúmulos dos teores de amido nos dois híbridos avaliados, nota-se que, apesar da menor concentração de amido no híbrido AG 1051, este apresentou as maiores taxas de acúmulo, exceto nas espigas empalhadas. Nas espigas embaladas, houve acúmulo de 37,8% de amido, enquanto os grãos das espigas empalhadas e despalhadas acumularam 27,9% e 110,5% de amido, respectivamente. Marcos et al. (1999), avaliando o comportamento pós-colheita de espigas de milho verde do híbrido AG 1051, quanto ao teor de amido, verificaram acréscimos de cerca de 25% no teor de amido ao se manterem as espigas em temperatura

ambiente (27°C) e acondicionadas com filme PVC, por 48 horas.

O acúmulo de amido nos grãos das espigas embaladas e armazenadas a 5°C (Tabela 3) foi cerca de 10% maior que o acúmulo nos grãos das espigas que receberam esse tratamento, mas foram mantidas em temperatura ambiente, para o híbrido DINA 170. Nas espigas empalhadas e armazenadas em temperatura ambiente, o acúmulo de amido foi menor que nas espigas despalhadas, o que se reverte quando as espigas foram armazenadas sob refrigeração a 5°C. Nesse caso, a palha deve ter mantido o calor interno do produto com mais eficiência, resultando em maior conversão de açúcares a amido.

Os teores de amido nos grãos das espigas embaladas e armazenadas em temperatura ambiente (Tabela 1) foram menores do que a 5°C, para os dois híbridos (Tabela 3). Marcos et al. (1999), avaliando o acúmulo de amido nos grãos de espigas do híbrido AG 1051 acondicionadas em filme PVC, verificaram

TABELA 2. Teor de amido (mg gMF⁻¹) das espigas de milho-verde dos híbridos DINA 170 e AG 1051 armazenadas a 5°C, durante dez dias, em três tipos de acondicionamento

Tipo de acondicionamento	Teor de amido (ms gMT ⁻¹) ¹		
	Dias após a colheita		
	0	5	10
	DINA 170		
Empalhada	130,51a	151,75ab	192,52a
Embalada	130,51a	159,50a	162,18b
Despalhada	130,51a	135,19b	163,18b
	AG 1051		
Empalhada	53,99a	80,22a	90,49b
Embalada	53,99a	80,79a	84,86b
Despalhada	53,99a	61,38a	127,67a

¹As médias seguidas de pelo menos uma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

que o armazenamento sob refrigeração não foi capaz de conter a taxa metabólica do milho-verde e que a permeabilidade desse filme é baixa para o produto em questão, restringindo a passagem de O₂ e a saída de CO₂. Isto pode ter levado a alterações no metabolismo do milho-verde, passando à via anaeróbica e resultando em maiores taxas de acúmulo de amido. Esses autores encontraram acréscimos de 31% no teor de amido no híbrido AG 1051, quando suas espigas foram mantidas a 10°C e acondicionadas com filme PVC por 48 horas.

Conclusões

Os híbridos apresentaram diferenças nas concentrações iniciais de amido, mesmo tendo sido colhidos com umidades semelhantes, próximas a 80%.

Em temperatura ambiente, os grãos das espigas embaladas acumularam menores teores de amido independente do híbrido utilizado.

A embalagem com filme PVC, mesmo a 5°C, não foi capaz de reduzir as taxas de acúmulo de amido das espigas de milho-verde de ambos os híbridos, durante dez dias de armazenamento.

Agradecimentos

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pelo financiamento da pesquisa.

Literatura Citada

- BOTTINI, P. R., TSUNECHIRO, A., COSTA, F. A. G. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 49-53, 1995.
- BRECHT, J. K. Physiology of Lightly Processed Fruits and Vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

- FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29 p.
- HANDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WAN, G. C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist stocks**. Washington: Department of Agriculture, 1986. 130 p. (USDA. Agriculture Handbook, 66).
- HODGE, J. E.; HOFREITER, B. T. Analysis and preparation of sugars. In: WHISTLER, R. L.; WOLFROM, M. L. (Ed.). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 356-378.
- HONÓRIO, S. L.; ABRAHÃO, R. F. Pós-colheita, qualidade, embalagem e comercialização de hortaliças. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 134-140, 1999.
- KAYS, E. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532 p.
- McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, A.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylase in vegetables; application to peas. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 22, p. 1156-1158, 1950.
- MARCOS, S. K.; HONÓRIO, S. L.; JORGE, J. T.; AVELAR, J. A. A. Influência do resfriamento do ambiente de armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 41-44, 1999.
- MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M. Milho verde. **Correio Brasiliense**. Brasília, DF, 8 de abril de 2000. Ed. 3.473. Caderno Especial Hortaliças - p. 01-03
- MORALES-CASTRO, J.; RAO, M. A.; HOTCHKISS, J. H.; DOWNING, D. L. Modified atmosphere packaging of sweet corn on cob. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport v. 18, p. 279-293, 1994a.
- PLUMMER, D. T. **An introduction to practical biochemistry**. London: McGraw Hill, 1971. 369 p.
- ROMERO, J.; PERATA, P.; AKAZAWA, T. Sucrose-starch Conversion in Heterotrophic Tissues Plants. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 18, n. 4, p. 489-525, 1999.