**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à
produção de pamonha**

Ana Carolina Leme

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Ciências. Área de concentração:
Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2007**

Ana Carolina Leme
Engenheiro Agrônomo

**Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de
pamonha**

Orientadora:
Prof^a. Dra. **SILENE BRUDER SILVEIRA SARMENTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Ciências. Área de concentração:
Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Leme, Ana Carolina

Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de
pamonha / Ana Carolina Leme. - - Piracicaba, 2007.
123 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Milho verde – Propriedade físico-químicas 2. Pamonha – Propriedade físico-químicas
3. Qualidade dos alimentos I. Título

CDD 664.725

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICO

*Aos meus pais **José Américo** e **Azize**, exemplos de vida e luta, por estarem sempre presentes incentivando e apoiando a minha caminhada, dando-me muito AMOR, carinho e compreensão, pois sem a presença e esforço deles eu nada seria.*

*Aos meus irmãos **Rodrigo** e **Fábio**, pelo carinho e incentivo.*

*Ao meu namorado **Ricardo**, que nos momentos finais esteve ao meu lado disposto a ajudar-me com paciência, carinho, alegria e AMOR,*

*A **Carlota** que em todos os momentos esteve ao meu lado, me ajudando, incentivando e apoiando. Serei eternamente grata por sua dedicação, ensinamentos e amizade.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e sabedoria e por estar sempre ao meu lado, me iluminando e dando forças.

Aos meus pais, pela educação oferecida, que permitiram a realização de mais essa etapa nos meus estudos e por acreditarem no meu trabalho.

Ao meu irmão Rodrigo, pelo auxílio prestado na transcrição do resumo para o inglês.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”(ESALQ/USP) em especial ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À minha orientadora Prof.^a Dr^a Silene Bruder Silveira Sarmento pela orientação, ensinamentos, apoio e confiança.

À professora Dra.Marta Helena Fillet Spoto, pelo apoio e orientação.

Aos professores Emami Porto e Gilma Lucazechi Sturion, pelo apoio nas análises microbiológicas e orientação.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, pelo auxílio na realização da análise estatística.

Ao Prof. Dr. Eduardo Micotti da Gloria, pelo empréstimo do laboratório, equipamentos e sugestões.

À Carlota Boralli dos Anjos pela grande e indispensável ajuda na realização de todas as análises.

À Savianne pela ajuda durante o desenvolvimento desse trabalho e pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos de laboratório Maria Flávia, Manoel e Natália pelo companheirismo e pela força.

Às minhas amigas de pós-graduação, Luciana Fontes, Aline Zanão, Vanessa Groppo, Alessandra Romero, Mariana Danelon, pela amizade, força e ajuda nos momentos difíceis.

À minha grande amiga Tatiana Jacob, por sua inestimável presença em todos os momentos da minha vida, serei eternamente grata pelo amor, carinho, paciência e ensinamentos que foram e são primordiais para meu crescimento.

Aos amigos, César, Sueli e Limerici, pela auxílio prestado no transporte das pamonhas até Campinas.

A todos os meus amigos, pela amizade, apoio e pelos momentos de alegria.

A toda equipe de microbiologia, pela ajuda prestada durante a realização do processamento e análises microbiológicas.

A equipe de funcionários e estagiárias do laboratório de processamento de frutas e hortaliças, pelo auxílio na realização das análises de laboratório.

A todos os provadores da análise sensorial, pela paciência e dedicação, pois sem vocês a execução de parte deste trabalho não seria possível.

Ao Gleuber Teixeira (Mandai) pela grande ajuda na escolha dos híbridos e condução da cultura no campo.

Ao Antonio Benedetti Júnior, pelo fornecimento da matéria-prima.

Aos funcionários do departamento Luis, Rubens, Beatriz e Midiam pelo apoio e atenção.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudo.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

O MEU MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 O milho como matéria-prima	14
2.2 Aspectos fisiológicos da cultura	17
2.3 Pós-colheita do milho verde	19
2.4 A pamonha	22
2.4.1 Amido	23
2.4.2 Fibras	24
2.4.3 Água	25
2.4.4 Textura	25
2.4.5 Cor	27
2.4.6 Sabor	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Material	29
3.2 Métodos	30
3.2.1 Produção das pamonhas	31
3.2.2 Aspecto geral das espigas	34
3.2.3 Porcentagem em massa	34
3.2.4 Determinações física e físico-químicas	34
3.2.4.1 Umidade	34
3.2.4.2 Textura dos grãos de milho	35
3.2.4.3 pH.....	35
3.2.4.4 Acidez total titulável.....	35
3.2.4.5 Teor de sólidos solúveis totais.....	35
3.2.4.6 Teor de amido.....	36
3.2.4.7 Carboidratos solúveis totais.....	36
3.2.4.8 Fibras.....	36

3.2.4.9 Cor.....	36
3.2.4.10 Propriedades de pasta da polpa.....	36
3.2.4.11 Textura das pamonhas.....	37
3.2.5 Análise sensorial das pamonhas	37
3.2.5.1 Padronização das características sensoriais	38
3.2.5.2 Treinamento e desenvolvimento da terminologia descritiva	39
3.2.6 Análise microbiológica	44
3.2.6.1 Coleta e preparo das amostras	44
3.2.6.2 Contagem de coliformes totais	44
3.2.6.3 Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	45
3.2.6.4 Contagem de <i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	45
3.2.6.5 Detecção de <i>Salmonella</i>	45
3.2.7 Análise estatística	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 Avaliação dos híbridos de milho verde e das pamonhas produzidas.....	48
4.1.1 Características físicas e físico-químicas dos grãos dos diferentes híbridos	48
4.1.2 Porcentagem em massa	51
4.1.3 Propriedades de pasta da polpa	52
4.1.4 Características físicas e físico-químicas das pamonhas obtidas com os diferentes híbridos de milho	53
4.1.5 Análise sensorial	58
4.2 Avaliação do armazenamento dos híbridos de milho verde sob diferentes condições e dos efeitos deste sobre as pamonhas	61
4.2.1 Avaliação das espigas de milho verde durante armazenamento.....	61
4.2.1.1 Aspecto geral das espigas de milho	61
4.2.1.2 Porcentagem em massa.....	65
4.2.1.3 Textura dos grãos de milho.....	66
4.2.1.4 pH e acidez titulável	68
4.2.1.5 Umidade.....	70
4.2.1.6 Teores de amido e carboidratos solúveis totais	72

4.2.1.7 Fibras	74
4.2.1.8 Cor	75
4.2.1.9 Propriedades de pasta da polpa	77
4.2.2 Avaliação das pamonhas processadas com as matérias-primas durante o armazenamento	80
4.2.2.1 pH e acidez titulável	80
4.2.2.2 Umidade	82
4.2.2.3 Teores de amido e de carboidratos solúveis totais	83
4.2.2.4 Fibras	84
4.2.2.5 Textura das pamonhas	86
4.2.2.6 Cor	91
4.2.2.7 Análise microbiológica	92
4.2.2.8 Análise sensorial	93
4.2.2.8.1 Aparência	93
4.2.2.8.2 Odor	95
4.2.2.8.3 Sabor	97
4.2.2.8.4 Textura	102
4.2.2.8.5 Impressão global	105
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
6 CONCLUSÃO	112
REFERÊNCIAS.....	113
ANEXOS.....	122

RESUMO

Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha

As características físicas e físico-químicas dos híbridos de milho verde para a produção de pamonha e ainda o efeito do armazenamento da matéria-prima sobre as características de qualidade do produto final são ainda pouco conhecidas, mas de grande importância para se implantar agroindústrias melhor estruturadas. Os objetivos do presente trabalho foram avaliar híbridos de milho para a produção de pamonhas e também avaliar o efeito do armazenamento (condições ambientes e de refrigeração) desses híbridos sobre as características físicas, físico-químicas e sensoriais das pamonhas produzidas. Os híbridos avaliados foram o AG1051, BM3061 e DOW8003. Para a caracterização dos mesmos foram utilizadas espigas recém-colhidas, que foram avaliadas (análises físicas, físico-químicas, porcentagem de massa) e processadas em pamonhas que foram avaliadas mediante análises físicas, físico-químicas e análise sensorial (ADQ). Os grãos dos três híbridos avaliados apresentaram semelhanças quanto à composição (teor de umidade de 67,4% e de fibras solúveis de 0,3%), cor (luminosidade 72, croma a^* -0,8 e croma b^* de 33). Nas demais características, os híbridos apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre si, com teores de amido (11,4 a 12,8%), carboidratos solúveis (0,8 a 1,6%) e fibras insolúveis (2,2 a 2,8%). Nas propriedades de pasta (RVA) apresentaram valores mais amplos, variando a viscosidade máxima entre 202 e 314RVU e tendência à retrogradação entre 94 e 164RVU. As pamonhas elaboradas com estes híbridos apresentaram composição mais variável, com pH entre 7,1 e 7,5, umidade (63,6 a 65,9%), amido (5,0 a 5,4%), carboidratos solúveis totais (18,9 a 21,8%), fibras solúveis (0,3 a 1,0%), fibras insolúveis (1,1 a 1,5%). Os parâmetros de cor foram luminosidade (54,8 a 59,8%), croma a^* (-4,6 a -5,1) e croma b^* (20,5 a 29,6). A firmeza em texturômetro entre 804 e 1584N. Na avaliação sensorial as notas variaram para cor amarela de 5,7 a 6,3, textura cremosa (4,2 a 5,8), fibrosa (5,4 a 6,1), firme (6,0 a 7,1) e impressão global (6,4 a 7,5). O efeito do armazenamento dos híbridos na palha em condições ambientes (25°C e 80%UR) e sob refrigeração (7°C e 98%UR) sobre a qualidade dos grãos e das pamonhas foi avaliado aos zero, 3 e 6 dias após a colheita. É recomendado o armazenamento na condição de refrigeração (7°C) das espigas de milho verde para elaboração de pamonha, pois foi mais eficiente em manter as características físicas e físico-químicas do milho e alterar menos as características das pamonhas. Os produtos dos três híbridos armazenados ao ambiente e sob refrigeração receberam, no geral, boas notas pelos provadores, porém, observa-se tendência das pamonhas obtidas com matérias-primas armazenadas por 6 dias, de apresentarem-se mais firmes e fibrosas, menos cremosas e com sabor de fermentado. Pode-se concluir que, além das variações decorrentes do armazenamento, ocorre também variabilidade dentro dos híbridos e deve haver interferência do processamento nas características destes produtos, principalmente nas etapas de formulação e cocção em água, além do tipo de embalagem requisitada.

Palavras-chave: Milho verde; Armazenamento; Pamonha

ABSTRACT

Evaluation and storage of green corn hybrids for the production of pamonha

The physicochemical characteristics of the hybrids of green corn for the production of pamonha and the effect of the raw materials storage on the quality of the final product are still not well known, but of great importance to the development of the agro-industry. The objectives of the present study were to evaluate hybrids of corn for the production of pamonha and the effects of the storage (ambient conditions and refrigeration) of these hybrids on the physical, physicochemical and sensory characteristics of pamonha. The hybrids evaluated were the AG1051, BM3061 and DOW8003. Newly harvested corn-cobs have been used to characterize the hybrids. They were evaluated with regard to physical and physicochemical characteristics and mass percentage. The processed pamonhas were also analysed regarding their physical, physicochemical and sensory characteristics (DQA). The grains of the three hybrids presented similarities with regard to composition (moisture content of 67.4% and soluble fibers of 0.3%) and color (luminosity 72, chroma a^* -0.8 and chroma b^* 33). The hybrids were statistically different ($p < 0.05$) with regard to starch content (11.4 a 12.8%), soluble carbohydrates (0.8 a 1.6%) and insoluble fibers (2.2 a 2.8%). With regard to the pasting properties (RVA), the results presented wider differences: the peak viscosity varied between 202 and 314RVU and the setback, between 94 and 164RVU. The pamonhas prepared with the hybrids presented more variable composition, with pH between 7.1 and 7.5, moisture content between 63.6 and 65.9%, starch content between 5.0 and 5.4%, total soluble carbohydrates between 18.9 and 21.8%, soluble fibers between 0.3 and 1.0%, and insoluble fibers between 1.1 and 1.5%. The parameters of color were Luminosity (54.8 to 59.8%), chroma a^* (-4.6 to -5.1) e chroma b^* (20.5 to 29.6). The hardness (texture analyzer) varied between 804 and 1584N. In the sensory analysis, the grades varied from 5.7 to 6.3 for the yellow color, 4.2 to 5.8 for the creamy texture, 5.4 to 6.1 for the fibrous texture, 6.0 to 7.1 for the firmness and the general impression varied from 6.4 to 7.5. The effects of the storage of the hybrids with husks, at room temperature (25°C and 80% UR) and under refrigeration (7°C and 98% UR), on the quality of the grains and pamonhas were assessed at 0, 3 and 6 days after the harvest. It is recommended the storage of the corn cobs for the production of pamonha under refrigeration (7°C) because this condition results in better maintenance of the physical and physicochemical characteristics of the corn and pamonhas. The products of the three hybrids stored at room temperature and under refrigeration received, in general, good grades by the provers, however, it was observed that the pamonhas produced with raw materials stored for 6 days were firmer and more fibrous, less creamy and with some yeasty flavour. It can be concluded that, apart from the variations due to the storage, there is variability within the hybrids and there must be interference of the processing in the characteristics of the products, mainly in the steps of formulation and boiling into water, besides of the type of packaging required.

Key-words: Green corn; Storage; Pamonha

1 INTRODUÇÃO

O consumo do milho no estado verde e seus derivados sempre foi uma tradição no Brasil. Seu uso à mesa é feito sob a forma direta, como grãos cozidos, refogados ou assados na espiga, ou ainda podem ser transformados em sucos, sopas, bolos, curau e pamonhas. Essas preparações eram, até há pouco tempo, sazonais e de fabricação caseira. Atualmente, com a facilidade de transporte no interior do país e o desenvolvimento de técnicas agrícolas, pode-se obter milho verde o ano todo. A matéria-prima deixou de ser sazonal, o que permite desenvolver uma nova atividade, que é o seu processamento em escala agroindustrial, bem estruturada.

A pamonha é um produto a base de milho verde, cujos grãos são triturados e peneirados para retenção parcial de fibras (variável com os gostos regionais). A seguir é estabelecida a formulação ajustando-se os teores de água e de açúcar ou sal, podendo ser incrementada com outros ingredientes. O material é envasado na própria palha do milho (embalagem) e então cozido. O produto final consiste em um material geleificado devido aos processos de gelatinização e retrogradação do amido presente, de consistência firme e macia.

Aspectos como a seleção de híbridos e o período de vida útil do milho verde na palha ainda são características pouco conhecidas no processamento da pamonha. O milho verde é colhido entre os estádios de grão leitoso a pastoso, sendo então altamente perecível devido ao elevado teor de umidade. A intensa atividade metabólica apresentada por órgãos colhidos ainda imaturos, pode acarretar alterações físicas e físico-químicas no período de pós-colheita. A adoção de técnicas de armazenamento e de híbridos adequados pode reduzir essas alterações, permitindo maiores períodos de utilização desta matéria-prima pela indústria de pamonhas.

A literatura registra raríssimos estudos na área de produção de derivados artesanais do milho verde, o que concorre para que estes produtos permaneçam sem padrões tecnológicos e sensoriais bem definidos. Estudos correlacionando as características da matéria-prima com as propriedades do produto final podem contribuir para o desenvolvimento de tecnologias que, ao serem aplicadas, podem gerar produtos com características previamente concebidas. O estudo dessas características pode

colaborar na definição de um padrão de qualidade para a pamonha, proporcionando um avanço no mercado e na comercialização deste produto.

Ante o exposto, o presente trabalho foi proposto com o objetivo de avaliar as características físico-químicas e físicas de três híbridos de milho verde, bem como as características físico-químicas, físicas e sensoriais da pamonha obtidas com os mesmos. Outro objetivo foi avaliar o efeito do armazenamento de híbridos de milho verde sob condições ambientes e de refrigeração sobre a qualidade das pamonhas produzidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O milho como matéria-prima

No Brasil, o milho é cultivado em todas as unidades da federação, sendo o terceiro produtor mundial após os Estados Unidos e a China (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2005). Do total produzido, cerca de 70% são destinados à alimentação animal, utilizados principalmente para a fabricação de rações. Deve-se considerar, contudo, o milho que é utilizado na alimentação humana, o qual pode ser obtido no estágio verde de maturação e consumido diretamente como espiga cozida, assada, ou a partir da confecção de pratos tradicionalmente utilizados na culinária brasileira como pamonha, curau, sorvete, bolo, creme, sopa, entre outros (SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979). Pode ainda ser industrializado sob as formas de produtos enlatados e desidratados.

Somente cerca de 15% da produção nacional de milho se destina ao consumo humano e isso se deve principalmente à falta de informação sobre suas possibilidades de uso e uma maior divulgação de suas qualidades nutricionais. O milho verde é rico em carboidratos, sendo assim, um alimento energético. Também é fonte de óleos e fibras e fornece pequenas quantidades de vitaminas B1, B2 e E (ABIMILHO, 2007).

Anualmente a Embrapa Milho e Sorgo realiza uma avaliação das cultivares de milho disponíveis no mercado. Para a safra de 2005/06, foram listadas 237 cultivares de milho. Essas cultivares foram classificadas com relação a parâmetros como tipo, ciclo, uso e cor do grão. Além da produção de milho para grãos maduros ou secos, existem cultivares indicadas para silagem e para a produção de milho no estado verde. Um mercado específico de milho verde vem se definindo, sendo que cerca de dez cultivares podem ser atualmente recomendadas (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2005).

A escolha da cultivar é uma tarefa complexa para o agricultor, que deve levar em consideração todas as informações que conseguir junto às empresas produtoras de semente, assistência técnica e pesquisa, de forma a ajustar a semente escolhida ao

seu sistema de produção, principalmente levando em consideração que novas cultivares são lançadas todos os anos.

No mercado de milho verde tem sido observada muita desuniformidade, mostrando que o produtor ainda necessita de informações a respeito de cultivares apropriadas para esse segmento, cada vez mais promissor e exigente. Ainda é grande o número de agricultores que vêm utilizando para esse fim os mesmos milhos destinados à produção de grãos. Entretanto, esse tipo de milho não satisfaz as exigências do mercado comprador de milho verde com palha e do comercializado em bandeja protegida com filme plástico transparente. Também é comum a utilização de cultivares de milho recomendada para a produção de silagem, porque geralmente têm as mesmas características de grãos e espigas exigidas pelos consumidores de milho verde *in natura* (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2003).

O cultivo de milho no Brasil para consumo *in natura* no estágio de grão leitoso e pastoso (milho verde) tem sido feito quase sempre com cultivares comuns, de endosperma normal, com grãos de textura dentada e coloração amarela (SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979; ISHIMURA et al., 1986). O estágio leitoso e pastoso geralmente ocorre em 20 a 25 dias após a polinização (BRAZ, 2002; FORNASIERI FILHO; CASTELLANE; CIPOLLI, 1988; PAIVA JUNIOR, 1999). O teor de umidade dos grãos neste estágio está em torno de 70 a 80% (SAWAZAKI; POMMER; ISHIMURA, 1979).

O milho verde colhido é altamente perecível devido ao seu elevado teor de umidade, o que torna seu período de comercialização bastante restrito (SILVA; BARRETO; SANTO, 1997) exigindo precisão do produtor na colheita, rapidez na comercialização e, para a indústria, curto tempo de utilização das espigas.

Fatores como o rápido processo de maturação do grão e a alta perecibilidade do produto colhido fazem com que o milho verde tenha seu consumo *in natura* restrito às mediações das regiões produtoras e em curto intervalo de tempo, normalmente três a quatro meses por ano (ROSENTHAL, 1988). Isso eleva os preços do produto nas demais épocas do ano.

Na literatura não existem recomendações específicas de cultivares de milho verde para produção de derivados, como é o caso da pamonha. Sendo assim, o produtor ou a indústria que trabalha com este produto comumente selecionam, dentre as cultivares indicadas para a produção de milho verde e silagem, as que apresentam melhor rendimento de polpa, capacidade de gelificação, rendimento e qualidade de palha.

Informações de caráter tecnológico complementam as informações agrícolas acerca das cultivares mais apropriadas para a produção específica de pamonhas. Para a produção de pamonha é utilizado milho verde com grãos de coloração amarela mais intensa e com maior teor de amido, pela necessidade de gelificação do produto. O ponto de colheita do milho para a produção de pamonha é depois do ponto de milho verde para enlatamento ou cozimento. Ikuta e Paterniani (1970) citam em trabalho pioneiro sobre a obtenção de cultivares para a produção de milho verde que, além dos aspectos relativos ao tamanho e aspectos da espiga, é necessário as cultivares permanecerem no ponto de colheita por um maior período de tempo. Segundo esses autores, há inúmeras indicações no sentido de que endospermas mais duros, do tipo *flint*, passam mais rapidamente do ponto de milho verde, enquanto que os endospermas mais moles, tipo dente, e o amiláceo, duram mais tempo nesse estado.

De acordo com Pereira Filho e Cruz (2003), as características normalmente exigidas pelo mercado para milho verde são grãos dentados amarelos, espigas grandes e cilíndricas, sabugo branco, boa granação, pericarpo delicado e bom empalhado. Já Bottini, Tshunechiro e Costa (1995), além de alguns dos já citados, consideram importante o porte médio da planta; planta resistente ao acamamento; pedúnculo firme; sabugo grosso e cilíndrico; grãos grandes e uniformes; grãos com equilíbrio entre os teores de açúcar e amido para a confecção de guloseimas de milho verde; permanência do ponto de colheita das espigas por longo período. Esta última característica é reforçada por Tomazela (2002) e CATI (2003), que citam a importância da maturação desuniforme, alongando o período de colheita. Estes autores também enfatizam a necessidade de palha flexível o suficiente para a devida embalagem da massa e grãos que confirmem qualidades culinárias importantes como sabor, odor e quantidade de fibra adequada, resultando em bom rendimento. Com relação ao rendimento, Alves et al.

(2004) afirma ser necessário considerar, além da produtividade (peso de espigas com palha e sem palha), uma alta capacidade de produção de massa e uma baixa produção de quirera (bagaço).

A permanência das espigas no ponto de colheita de milho verde por um longo período é um dos critérios na escolha da cultivar para a produção de milho verde, pois essa característica facilita o planejamento das atividades da propriedade. O período de colheita é determinado pelo número de dias decorridos entre o estágio leitoso dos grãos (início do ponto de milho verde) e o estágio pastoso dos grãos (final do ponto de milho verde). Albuquerque (2005), estudando o desempenho de híbridos de milho verde na região de Minas Gerais, constatou que o momento da colheita das espigas, assim como o tempo de permanência no campo na fase de grãos leitosos aptos para colheita variou com a cultivar. O período de colheita no ponto de milho verde para a cultivar AG 1051 foi em média de 9 dias.

2.2 Aspectos fisiológicos da cultura

Conhecendo-se a fisiologia do vegetal e sua suscetibilidade a mudanças na pós-colheita, é possível sua manipulação de forma a preservar, ou incrementar, sua qualidade para uso posterior como matéria-prima dentro da indústria.

A planta de milho apresenta quatro estádios de desenvolvimento dos grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000; MAGALHÃES et al., 2002):

1. Estádio de grão leitoso: normalmente ocorre de 12 a 15 dias após a polinização (aparecimento dos “cabelos”), caracterizando-se pelo início do processo de acumulação do amido no endosperma dos grãos, contribuindo assim para o incremento de seu peso seco. Apresentam cerca de 80% de umidade. O crescimento a partir daí é devido à expansão e ao enchimento das células do endosperma com amido. Sob pressão dos dedos (unha), rompe-se o tegumento dos grãos, que liberam grande quantidade de sólidos solúveis (leite).

2. Estádio de grão pastoso: neste estágio, 20 a 25 dias após a emissão do estilo-estigma, os grãos continuam se desenvolvendo rapidamente. A deposição de amido é bastante acentuada, caracterizando desta forma um período exclusivamente destinado

ao ganho de peso por parte do grão. No campo, tal etapa de desenvolvimento é prontamente reconhecida, pois, quando os grãos presentes neste estágio são submetidos à pressão imposta pelos dedos, mostram-se relativamente consistentes apresentando pequena quantidade de sólidos solúveis. Os grãos encontram-se com cerca de 70% de umidade.

3. Estádio de início da formação de dentes: este período coincide normalmente com 36 dias após o aparecimento dos “cabelos”, sendo caracterizado pelo início da formação dos “dentes” na parte superior dos grãos, que, encontrando-se em fase de transição do estado pastoso para farináceo, tornam-se cada vez mais endurecidos. Os grãos, nesse estágio, apresentam-se com cerca de 55% de umidade.

4. Estádio de maturidade fisiológica: esse é o estágio em que todos os grãos na espiga alcançam o máximo de acúmulo de peso seco e vigor; ocorre cerca de 50 a 60 dias após a polinização. A linha do amido já avançou até a espiga. Neste estágio acontece a paralisação total do acúmulo de matéria seca nos grãos. Os grãos encontram-se com 38 a 30% de umidade. Este estágio é reconhecido pela presença da camada negra, formada no ponto de inserção do grão com o sabugo.

O milho verde é colhido entre os estádios de desenvolvimento de grão leitoso e pastoso.

A planta de milho pode ser agrupada de acordo com o seu ciclo em super-precoce, precoce, semi-precoce e normal, sendo o ciclo da cultura, determinado em número de dias da sementeira até a colheita do milho (CRUZ et al., 2005). De acordo com Bottini, Tsunehiro e Costa (1995) o milho verde é mais precoce que o seco (milho normal), podendo ser colhido aos 90 dias, enquanto o outro só fica no ponto aos 150 dias, nos cultivos de verão. Já no inverno o ciclo do milho verde pode durar 110 a 150 dias.

As cultivares de milhos comuns podem ser agrupadas de acordo com a textura do grão em dentados ou moles, semi-dentados, semi-duros e duros ou cristalinos. Nos dentados os grânulos de amido são densamente arranjados nas laterais dos grãos, formando um cilindro aberto que envolve parcialmente o embrião. Na parte central desses grãos, os grânulos de amido são menos densamente dispostos e farináceos. O

grão é caracterizado pela depressão ou “dente” na sua parte superior, resultado da rápida secagem e contração do amido mole. Os grãos duros ou cristalinos são aqueles que apresentam reduzida proporção de endosperma amiláceo em seu interior. A textura dura é devido ao denso arranjo dos grânulos de amido com proteína. Grãos semi-duros são os que apresentam características intermediárias (CRUZ et al., 2005).

Segundo Ikuta e Paterniani (1970) haveria inúmeras indicações no sentido de que endospermas mais duros passam mais rapidamente do ponto de milho verde (tipo leitoso), enquanto que os endospermas mais moles, tipo dente, e o amiláceo, duram mais tempo nesse estado.

De acordo com Cruz et al. (2005) e com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI, 2003) os grãos do tipo dentados são freqüentemente procurados para produção de milho verde.

2.3 Pós-colheita do milho verde

Os parâmetros de qualidade pós-colheita do milho verde como matéria-prima visando o abastecimento da agroindústria de pamonha são basicamente: a manutenção das características adequadas como umidade, teor de amido, carboidratos e fibras durante armazenamento dos grãos para se obter um produto de qualidade; também a não fermentação do milho durante armazenamento e a boa conservação das palhas para posterior confecção das embalagens.

Os parâmetros utilizados na avaliação da vida útil de alimentos são os fisiológicos, os nutricionais e os sensoriais como cor, sabor e textura ou consistência. A diminuição da qualidade ou redução da vida útil pode ser consequência de alterações em uma ou mais destas propriedades. A perda de qualidade pode advir da atividade de microrganismos tais como bactérias e leveduras, infestação por parasitas, reações enzimáticas, reações químicas não enzimáticas e alterações físicas (PFEIFFER et al., 1999). Os fatores que influenciam a velocidade dessas reações de transformação são vários: temperatura, umidade, atividade de água, acidez, teor de oxigênio, estado da matriz sólida e outros (MOURA; GERMER, 2004).

Os produtos vegetais *in natura*, por serem estruturas vivas, tendem a senescer naturalmente e nenhuma tecnologia disponível e economicamente viável é capaz de frear por completo esse processo. Isto significa dizer que a deterioração dos produtos é uma questão de tempo e, portanto, existe uma perda contínua de qualidade. De modo geral, as causas mais comuns de deterioração são a perda de água, mudanças metabólicas, estresses fisiológicos e o ataque microbiológico (HONÓRIO; ABRAHÃO, 1999).

A perda de água devido à transpiração dos produtos vegetais provoca a perda de peso, textura e de aparência, e, logo, essas deteriorações serão mais ou menos intensas de acordo com as condições de umidade absoluta do ambiente. Em geral, o produto ainda imaturo, tem muita água em seus tecidos e, se armazenado em ambiente cuja pressão de vapor de água é inferior à pressão de vapor de água do produto, este perderá água para o ambiente (HONÓRIO; ABRAHÃO, 1999).

O nível máximo de perda de peso aceitável para produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência do mercado consumidor. Para a maioria dos produtos hortícolas frescos, a perda de peso máxima observada, sem o aparecimento de murcha e enrugamento da superfície, oscila entre 5% e 10% (FINGER; VIEIRA, 1997). A perda máxima de peso permitida para o milho doce comercializado em bandeja é de 7% (KAYS, 1991).

No campo, o milho híbrido passa do ponto muito rapidamente (IKUTA; PARTERNIANI, 1970), apresentando um período útil de colheita (tempo de permanência em fase de milho verde) de aproximadamente quatro a cinco dias, exigindo precisão do produtor na colheita e rapidez na comercialização.

Após colhido, por apresentar elevado teor de umidade, o milho verde é considerado altamente perecível, o que torna seu período de comercialização bastante restrito. E neste sentido, Alves et al. (2004), alertam que pouca atenção tem sido dada à pesquisa em pós-colheita de milho verde. Para a indústria isto significa curto tempo de utilização das espigas para processamento, como na fabricação da pamonha.

O híbrido AG 1051 apresenta período de colheita de quatro dias e tempo pós-colheita de três dias (AGROCERES, 2006).

Nas condições climáticas do Brasil, dispondo de tecnologia de irrigação e com material genético adequado, existe a possibilidade de se ofertar o produto na condição *in natura* durante todo o ano, sendo primordial o desenvolvimento de tecnologia pós-colheita para a manutenção das características desejáveis (MARCOS et al., 1999).

Enquanto o milho (seco) desidrata em 12 horas, o verde mantém-se succulento por até quatro ou cinco dias. São variedades desenvolvidas para reter mais a água, demorando mais para desidratar (BOTTINI; TSUNECHIRO; COSTA, 1995). De acordo com Paiva Junior (1999) as espigas de milho verde colhidas e armazenadas sob temperatura ambiente, sem palha, duram de dois a cinco dias, entretanto, segundo Calbo e Moretti (2003), as espigas recobertas de folhas têm melhor proteção contra a perda de água.

Em estudos realizados com embalagens de diferentes filmes plásticos para a conservação do milho verde despalhado, Marcos et al. (1999) verificaram menores perdas de teores de amido quando em condições de refrigeração e, conseqüentemente, melhor conservação do produto para a comercialização.

Na avaliação da conservação pós-colheita de espigas de milho verde Albuquerque (2005) observou que o tempo de comercialização das espigas empalhadas variou de 1,5 a 5,5 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Henz, Nojosa e Mendonça (1996) que observaram tempo de comercialização das espigas empalhadas variando de 3 a 4 dias, quando as mesmas foram mantidas em temperatura ambiente.

Albuquerque (2005) explica que as cultivares que apresentam maior tempo de comercialização na palha, possivelmente, possuem melhor empalhamento favorecendo a manutenção da umidade dos grãos e a melhor conservação.

As espigas de milho verde destinadas à produção de pamonha devem apresentar um certo grau de qualidade (textura, teor de água, cor) e também palhas suficientemente macias para confecção das embalagens. Não existe na literatura a definição do tempo de conservação das espigas de milho verde empalhadas que serão utilizadas para produção de pamonha.

Tendo em vista a importância de se atender as necessidades das indústrias de pamonhas com matéria-prima de qualidade e em quantidade suficiente para garantir o

fluxo de produção, vê-se a necessidade do armazenamento refrigerado do milho verde com palha com o objetivo de aumentar sua vida útil.

A temperatura é o mais importante fator do ambiente a afetar a vida pós-colheita de vegetais por causa de seu efetivo efeito sobre as reações metabólicas, incluindo a respiração (VILAS BOAS, 2002). Efeitos desejáveis das baixas temperaturas, além da redução da respiração são o retardamento da maturação e o abaixamento da taxa de incidência de doenças pós-colheita (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002).

A UR do ar da câmara também é um fator a se considerar, pois afeta diretamente a qualidade dos produtos nela armazenados. Se for muito baixa, menor que 80%, o murchamento e o enrugamento ocorrerão. Se for muito alta (maior que 95%), fornece o crescimento de fungos e bactérias, causando a deterioração dos produtos (CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI, 2002). O elevado teor de umidade também propicia um alto teor de água livre, que é veículo das reações endocelulares, facilitando as reações metabólicas que levam ao envelhecimento ou senescência e culminam com a perda de qualidade do produto (VILAS BOAS, 2002).

A umidade relativa recomendada, portanto, para a maioria dos produtos perecíveis em câmaras de armazenamento é de 85 a 95%. Em geral, esses níveis de UR evitam o murchamento e o desenvolvimento de microrganismos.

2.4 A pamonha

A pamonha é um alimento preparado que apresenta em sua composição elevados teores de umidade (63%), de carboidratos solúveis totais (20%), amido (11,8%) e fibras (2,0%). O amido é o polissacarídeo que promove a gelificação da polpa líquida do milho verde envasada nas palhas na elaboração de pamonhas (LEME et al., 2004).

Dentre as características qualitativas (odor, textura, sabor) e quantitativas (teores de carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras, cinzas, amido) que podem ser estudadas tanto na matéria-prima como na pamonha, as mais importantes são os teores de amido, fibras e umidade, bem como a textura, a cor e o sabor.

2.4.1 Amido

O amido presente nos vegetais influencia grandemente a textura dos produtos devido à sua capacidade de gelificar na presença de água e calor (GALVANI; CAMARGO; CIACCO, 1994).

Quando os amidos são submetidos a altas temperaturas, geralmente maiores que 50°C na presença de água, os grânulos absorvem água inchando e rompendo as ligações das moléculas de amilopectina e amilose. Este evento é conhecido como gelatinização, que são acompanhados por um considerado aumento na viscosidade dos grânulos e sua ruptura (YANG; RAO, 1998). Quando o amido gelatinizado é armazenado, principalmente a baixas temperaturas ocorre a retrogradação do mesmo, devido à recristalização das cadeias de amilose e amilopectina (JANG; PYUN, 1997). O processo de retrogradação provoca um aumento da firmeza e opacidade do produto, além da exsudação de parte da água absorvida na gelatinização (sinérese) (GALVANI; CAMARGO; CIACCO, 1994).

A gelatinização e a retrogradação do amido são influenciadas pela composição e estrutura do amido (FREDRIKSSON; SILVERO; ANDERSSON; ELISSON; AMAN, 1998), pelo conteúdo de água presente durante o processo de gelatinização (DONAVAN, 1979; ELIASSON, 1980; SVENSSON; ELISSON, 1995) e pelo tempo e condições de armazenamento (JANG; PYUN, 1997; LIU; THOMPSON, 1998). Os efeitos da retrogradação em produtos a base de amido podem ser desejáveis ou não.

Tanto a composição da matéria-prima quanto os ingredientes adicionados durante a formulação da pamonha irão influenciar nos processos de gelatinização e retrogradação do amido.

Os lipídios são responsáveis pela inibição da retrogradação dos géis de amido, os carboidratos retardam seu processo de gelatinização e alteram as características de retrogradação, os ácidos influem na viscosidade do amido e os sais alteram também os processos de gelatinização e retrogradação (GALVANI; CAMARGO; CIACCO, 1994).

Os açúcares também têm mostrado efeitos significativos nas propriedades reológicas de pastas de amido. Yoo e Yoo (2005) mostraram que as propriedades reológicas da composição amido-açúcar dependem do tipo de açúcar, concentração do

açúcar e da natureza do amido. Segundo Spies e Hosene (1982), as moléculas de açúcar podem formar pontes entre as cadeias de amido, estabilizando as regiões amorfas do grânulo, o que causaria aumento na temperatura de gelatinização. Já Derby, Miller e Trimbo (1975) sugeriram existir uma competição entre amido e sacarose pela água disponível.

2.4.2 Fibras

O grão de milho é constituído de pericarpo, endosperma e germen e, como ocorre no caso dos demais cereais, os nutrientes estão distribuídos de forma heterogênea entre as diferentes estruturas morfológicas do grão. No pericarpo está a maior parte da fibra. No germen esta quase a totalidade da gordura. Os minerais estão mais concentrados na camada de aleurona, situada logo abaixo do pericarpo. O endosperma é rico em carboidratos disponíveis e contém também proteínas. A composição dos produtos derivados do milho, portanto, dependem de quais partes do grão estes produtos incluem (JOHNSON, 2000).

As fibras são constituídas basicamente por compostos da parede celular. A parede celular é um intrincado amálgama entre carboidratos (celulose, hemicelulose e substâncias pécticas), lignina, proteínas, minerais e substâncias incrustantes, como cutina e suberina. Os polissacarídeos da parede celular, principalmente as substâncias pécticas, têm sido os compostos mais associados às modificações texturais de vegetais (VILAS BOAS, 2002).

A presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse na área da saúde, já que têm sido relatados numerosos estudos que relacionam o papel da fibra alimentar com a prevenção de certas enfermidades. Por outro lado, para o presente estudo é importante também conhecer o tipo e teor de fibra presente no alimento, pois na produção da pamonha parte das fibras do milho, que não são retidas na etapa da peneiragem, vão interferir na textura do produto final. Segundo Leme (2004), o teor de fibra bruta encontrado no milho verde AG 4051 foi de 3,3% e na pamonha de 1,3%.

2.4.3 Água

A porcentagem de umidade dos grãos de milho verde é um importante parâmetro no processamento da pamonha. Conforme os grãos perdem água os componentes sólidos são concentrados e se tornam mais duros. Durante o processamento a despoldadeira não consegue desintegrar totalmente esses grãos e a polpa obtida apresentar-se-á cada vez mais seca e com pequenas partículas duras que são de difícil desintegração durante o processo, podendo estar presente no produto final, diminuindo sua qualidade e alterando sua textura.

Deve-se prestar atenção também ao efeito plasticizante da água em sistemas amido-açúcar-água, que pode gerar, conforme a proporção dos componentes, diferentes comportamentos reológicos em sistemas viscoelásticos (SIKORA et al., 1999). Segundo estes autores, sob baixos teores de água os componentes do alimento competem pelas moléculas de água. Essa competição pode alterar os processos de gelatinização e retrogradação do amido alterando a textura do produto final.

2.4.4 Textura

A textura é considerada um dos quatro fatores de qualidade dos produtos alimentares, sendo os outros três o sabor, a aparência e o valor nutricional (MESSENS et al., 2000). As propriedades de textura dos alimentos têm efeito substancial na percepção do sabor, sendo dada atenção particular ao efeito da viscosidade. Muitos estudos acerca da importância de diferentes modalidades sensoriais para a aceitabilidade do consumidor levam à conclusão de que o sabor é a modalidade mais importante, seguido pela textura e aparência. Tais conclusões não consideram o enorme esforço que as indústrias de alimentos emprega para desenvolver características de textura favoráveis e mantê-las durante a vida útil (ROSENTHAL, 1999).

A textura pode ser considerada uma manifestação das propriedades reológicas de um alimento e várias são as razões para se conhecer tais propriedades reológicas, dentre elas: a) efetuar o controle de qualidade de matérias-primas, de processos de

fabricação e de produtos finais; b) estudar a influência de componentes de formulação e relacionar a estrutura dos produtos com as suas características reológicas (aplicações de engenharia); e c) correlacionar os dados reológicos com as avaliações organolépticas (CAMPOS, 1989).

Os testes instrumentais de textura são geralmente baseados em força de compressão, com a função de simular a mastigação entre os molares (FOX et al, 2000). Durante os ciclos de mastigação, vários tipos de características de textura são percebidos, como a natureza das partículas, consistência e adesão ao palato. A taxa de quebra aplicada na boca depende da viscosidade do alimento, variando de um para outro, assim alimentos com alta viscosidade tendem a ter uma taxa de quebra menor, e vice-versa (ROSENTHAL, 1999). No teste de dupla compressão a amostra é submetida a duas corridas (duas “mordidas”), que simulam o ato de mastigação. Quando o pistão deforma a amostra, o movimento do suporte é detectado e uma curva força-compressão é traçada. A partir dessa curva, obtêm-se os parâmetros primários (firmeza, coesividade, adesividade, elasticidade) e os secundários (fraturabilidade, mastigabilidade e gomosidade), que compõem as características do produto (FOX et al., 2000).

A firmeza ou dureza é a força necessária para produzir uma certa deformação no produto; a coesividade é a extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura; a elasticidade fornece a velocidade na qual um material volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida; a adesividade é a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com o qual o alimento está em contato; a fraturabilidade é a força na qual o material fratura um produto com alto grau de dureza e baixa coesividade; a mastigabilidade é a energia requerida para mastigar um alimento até a deglutição, que é o produto da dureza x coesividade x elasticidade e a gomosidade é a energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para deglutição, que é o produto de baixo grau de dureza x alto grau de coesividade.

A textura está associada de modo mais direto com a composição dos alimentos em amido, água e fibras. No caso da pamonha, outros ingredientes além da matéria-prima, podem ser acrescentados na formulação. É o caso do açúcar (sacarose), sal,

lipídios e condimentos, que também podem influenciar em maior ou menor intensidade a textura, pois alteram as propriedades de gelificação do amido. O tipo de processamento, como o envase, os tempos e temperaturas de cocção diferenciadas, podem também afetar este parâmetro.

2.4.5 Cor

A cor representa, freqüentemente, o mais importante determinante da aparência em produtos alimentícios, frescos ou processados. Indubitavelmente, a coloração impõe a presença de um produto no mercado, por ser um indicativo de seu frescor, ou de sua qualidade, em termos de outros atributos, bem como pela própria tradição do mercado (VILAS BOAS, 2002).

Os primeiros parâmetros para se avaliar um alimento são a cor e seu aspecto. A cor tem grande importância na preferência por ser a qualidade que mais facilmente desperta a atenção do consumidor. Porém, o odor e o sabor também passam a ser importantes na aceitação do produto (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Durante o armazenamento de alimentos pode ocorrer oxidação de pigmentos, que causam perdas na cor, assim como reações enzimáticas e não enzimáticas, que podem escurecer o alimento (MOURA; GERMER, 2004).

O milho é o principal ingrediente que confere a pamonha sua cor característica, portanto, qualquer mudança ocorrida na cor desta matéria-prima pode alterar a qualidade do produto final. A cor tradicionalmente exigida pelo consumidor para este produto é a amarela.

2.4.6 Sabor

As alterações de sabor e odor de produtos termicamente processados são muito comuns, porém, difíceis de serem quantificadas. A análise instrumental para se avaliar tais alterações é muito complexa. Particularmente, a avaliação de sabor e odor de alimentos naturais, é bastante complexa, pois estes atributos compreendem centenas de constituintes químicos, muitos presentes em quantidades extremamente baixas. O

modo mais indicado para estes tipos de determinações ainda é o sentido dos humanos, devendo se utilizar técnicas de análise sensorial controladas cuidadosamente, complementando-se quando for o caso, com análises analíticas ou instrumentais (MAN; JONES, 1996).

Com o aumento da competição no setor alimentício, cada vez mais empresas têm buscado qualidade em seus produtos para atender uma demanda mais exigente por parte dos consumidores. Aquelas que utilizam análise sensorial para avaliar o desenvolvimento de seus produtos e também no controle de qualidade dos mesmos, têm inúmeras vantagens neste segmento por poder comparar, precisamente, mudanças efetuadas na linha de produção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS - ABEA, 2004).

O sabor é principalmente uma resposta integrada às sensações do gosto e do odor. O gosto é atribuído aos compostos não voláteis presentes nos alimentos, tais como açúcar, sais e ácidos (FRANCO, 2003). Várias são as causas de alteração no sabor de produtos, entre elas está a reformulação de produtos já existentes, identificação de alterações causadas por métodos de processamento e a armazenagem e uso de novas matérias-primas, sendo a identificação e mensuração dessas alterações detectadas pela análise sensorial do produto (FERREIRA et al., 2000).

A deterioração de alimentos que ocorre progressivamente durante seu armazenamento pode resultar de alterações físicas e químicas do próprio alimento ou da atividade de microrganismos que se desenvolvem no produto ou em volta do mesmo. Eventualmente o efeito acumulado das alterações atinge um ponto no qual o consumidor rejeita o produto. A rejeição é baseada em expectativas e percepções sensoriais do consumidor. Estas alterações podem ser visuais, como a perda de cor ou aparecimento de colônias de microrganismos, como também podem estar correlacionadas com a sensação de sabor e odor ao se detectar níveis de metabólitos associados com a deterioração. O nível no qual a rejeição ocorre dependerá da percepção do consumidor do produto (MCMEEKIN; ROSS, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizados os híbridos de milho (*Zea mays*) AG 1051, da Monsanto, DOW 8003, da Dow Agrosiences, e o BM 3061, da Biomatrix. Suas características principais estão descritas no Quadro 1.

Híbrido	Tipo ¹	Ciclo ²	Indicação de uso	Cor do grão	Textura do grão
AG 1051	HD	SMP	Milho verde	amarelo	dentado
BM 3061	HT	P	Milho verde e silagem	amarelo	dentado
DOW 8003	HS	P	Milho verde e silagem	amarelo-alaranjado	semi-dentado

¹ (HS = híbrido simples; HD = híbrido duplo; HT = híbrido triplo)

² (SMP = semi-precoce, P = precoce)

Fonte: Agrocere (2006); Biomatrix (2006); Dow Agrosiences (2006)

Quadro 1 - Características dos híbridos destinados à produção de pamonha

Os híbridos foram plantados em agosto de 2006 e o ponto de colheita de cada um foi definido através de testes manuais (método prático utilizado pelos colhedores de milho verde) e pela quantidade de energia térmica exigida pela cultura do milho (unidades de calor ou graus-dia) necessária para atingir o florescimento no local de produção. Os graus-dia (GD) foram calculados segundo a soma das unidades diárias de calor, a partir da emergência, dada pela fórmula (1):

$$GD = [(temperatura\ máxima + temperatura\ mínima) / 2] - 10 \quad (1)$$

As colheitas foram realizadas manualmente, quando os grãos estavam com 103, 105 e 115 dias após a semeadura, respectivamente para os híbridos BM 3061, AG 1051 e DOW 8003, apresentando somatória de graus-dia entre 1100 e 1200. Estes períodos ocorreram durante os meses de novembro e dezembro de 2006.

3.2 Métodos

O milho recém colhido foi armazenado em caixas plásticas vazadas, de 55x35cm e imediatamente transportado ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Amiláceos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ/ USP.

Para cada híbrido estudado foram utilizadas 400 espigas (com palha), sendo 200 delas armazenadas sob condições ambientes (sala climatizada) e 200 delas em câmara fria. Nas condições ambientes a temperatura média foi de 25,4°C e sua variação de $\pm 2^\circ\text{C}$ e a umidade relativa média foi de 80,5%. Na câmara fria, marca Fricon, modelo CV1P-55, a temperatura foi de $7^\circ\text{C} \pm 2$ e umidade relativa média de 98,4%.

Para cada dia de análise eram coletadas, de modo aleatório, 66 espigas de cada condição de armazenamento. Dessas, 26 espigas foram divididas em dois lotes de 13 para avaliação das características físicas e físico-químicas dos grãos. Parte desses grãos foi desidratada em estufa com circulação de ar a 40°C por 48 horas, moídas em moinho de rotor e martelos fixos, marca Marconi, modelo MA 090 e peneiradas em granulometria de 0,250mm. As amostras foram armazenadas para análises posteriores quanto à composição (teor de amido, carboidratos e fibras). As demais espigas (40) eram encaminhadas à planta piloto de processamento para produção de pamonha.

As amostras de milho recém colhidos e suas respectivas pamonhas foram utilizadas tanto para o estudo de caracterização de híbridos como para o dia zero do estudo de armazenamento dos híbridos.

As avaliações físicas e físico-químicas dos grãos armazenados na condição ambiente e sob refrigeração (7°C) nos tempos zero, 3 e 6 dias, foram textura, pH, acidez titulável, cor, umidade, teores de amido, de carboidratos e de fibras. Foram avaliadas as propriedades de pasta dos grãos desintegrados e peneirados para produção das pamonhas. Também foi calculado o rendimento em massa das espigas de milho e realizada a análise visual dos aspectos gerais dos grãos. A análise de teor de sólidos solúveis totais ($^\circ\text{Brix}$) dos grãos foi realizada somente no dia zero para o estudo de caracterização dos híbridos.

Nas pamonhas produzidas com a matéria-prima armazenada sob condição ambiente e sob refrigeração (7°C) nos tempos zero, 3 e 6 dias foram realizadas as

determinações físicas e físico-químicas de textura, pH, acidez titulável, cor, umidade, teores de amido, de carboidratos e de fibras e também as avaliações sensoriais e microbiológicas.

3.2.1 Produção das pamonhas

O processamento seguiu as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) recomendada pela Portaria SVS/MS nº326, de 30 de julho de 1997 (BRASIL, 1997).

As pamonhas foram processadas segundo o fluxograma descrito na Figura 1. O processamento deste produto ficou assim estabelecido após a realização de diversos testes prévios para acerto de formulação, estabelecimento de condições de processo tecnológico e de higienização do produto (LEME, 2006). A reestruturação das etapas do fluxograma visou também obter produto com condições microbiológicas satisfatórias para a análise sensorial, de acordo com o estabelecido pelo Comitê de Ética em Pesquisa para fins de análise sensorial do produto.

Figura 1 - Fluxograma do Processo de Obtenção de Pamonha

A recepção das espigas foi realizada na área suja da planta de processamento onde as espigas de milho foram cortadas nas duas extremidades (ponteiro e base) para a retirada das palhas e cabelos. Neste momento, houve a seleção das palhas que seriam utilizadas como embalagens para as pamonhas que, pelo padrão de maturação, são as que situam-se na segunda e terceira camadas da espiga, de fora para dentro. Estas são as palhas que aliam certo grau de limpeza com melhor condição de costura, ou seja, menor incidência de quebra ou rasgo.

Tanto as palhas selecionadas quanto as espigas foram limpas com o auxílio de uma escova de cerdas de nylon em água corrente e seguiram para a higienização. Os produtos foram imersos em recipientes plásticos por cerca de 15 minutos numa solução com 10 ppm de cloro ativo (5g de Sumaveg/ 15L de água), conforme proposto pelo Programa Alimento Seguro (PAS) do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) para desinfecção de vegetais que são destinados a processos térmicos, a exemplo do milho verde em conserva (GUIA, 2000).

As palhas foram costuradas duas a duas para confecção da embalagem em máquina de costura marca Singer, utilizando-se um molde pré-estabelecido para que todas as embalagens ficassem com o mesmo tamanho assegurando a uniformidade do produto e processo.

As espigas higienizadas seguiram para a máquina de despulpamento, onde se efetua a separação entre sabugo e polpa. A partir do volume de polpa obtido foram adicionados 400mL de água para cada litro de polpa. Este material foi homogeneizado em liquidificador industrial (marca Siemens), de capacidade de 10L, em porções de 2L, por cerca de 2 minutos e 30 segundos. O material homogenizado passou posteriormente por peneira vibratória de malha de 6 *mesh* (abertura de 3,4mm), para retenção de parte do bagaço. Ao caldo peneirado foi adicionado açúcar na proporção de 350g/ L. O material formulado foi então envasado nas palhas com auxílio de dosador (150mL) e funil de inox. Para fechamento das embalagens foi utilizado barbante.

O produto embalado seguiu para cocção em caldeirão de inox (capacidade 100L), a gás, por 45 minutos. A proporção pamonha/ água utilizada no caldeirão foi de 2 pamonhas/ litro.

Após a cocção, as pamonhas eram resfriadas sob condições ambientes até atingirem 55°C e logo após, eram levadas até à câmara fria para resfriamento até temperatura de 5°C. Nesta temperatura, o produto permaneceu em refrigerador por 20 horas até o momento da análise sensorial. O objetivo deste período de armazenamento antes das análises foi o de aguardar o processo de gelificação da pamonha.

3.2.2 Aspecto geral das espigas

O aspecto geral das espigas de milho verde foram avaliados nos três híbridos, nos dias 0, 3 e 6 após armazenamento, para ambas as condições de temperatura. Foram tiradas fotos, com câmera digital marca Olympus, modelo D-395 de 3.2 megapixel. Como existe variabilidade entre espigas, foram fotografadas juntas os extremos de turgidez/ murchamento dos grãos.

3.2.3 Porcentagem em massa

Durante a elaboração da pamonha foi avaliado a porcentagem em massa dos três híbridos de milho verde, nos dias 0, 3 e 6 após armazenamento nas duas condições de temperatura. A porcentagem em massa foi obtida pesando-se em balança analítica toda a massa de grãos das 40 espigas que compunham o lote destinado à produção de pamonha e que passou pela despoldadeira. A porcentagem em massa foi determinada pela relação entre o peso da massa de grãos e o peso da espiga despaldada dada pela fórmula (2):

$$\% \text{massa} = \frac{\text{peso da massa de grãos após despoldamento}}{\text{peso das espigas despaldadas}} \times 100 \quad (2)$$

3.2.4 Determinações físicas e físico-químicas

3.2.4.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria, de acordo com Pregnotatto e Pregnotatto (1985), utilizando-se estufa a 105°C com circulação de ar, até peso constante.

3.2.4.2 Textura dos grãos de milho

Na determinação da textura dos grãos de milho foi utilizado o “Texture Testing System” modelo TP-1, acoplado a um registrador automático de variações de força, operando com célula-padrão de cisalhamento e compressão CS-1, com 10 lâminas de 1/8 polegadas de espessura e ângulos de 90°. O instrumento atuou com o anel de prova de 1000lbf, e a velocidade de descida do pistão foi de 20cm/min. Os grãos foram retirados das espigas com auxílio de uma faca de aço inox, sendo então pesados (50g de amostra para cada leitura) e colocados uniformemente de tal forma que ocupassem todo o fundo da célula de teste de cisalhamento e compressão.

3.2.4.3 pH

O pH das amostras foi medido em potenciômetro (marca Tecnopon, modelo MPA-210), a partir do material liquefeito (20mL de amostra triturada em processador de alimentos (marca Walita) com 100mL de água), segundo metodologia ditada pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995).

3.2.4.4 Acidez total titulável

A acidez titulável foi determinada como o volume (mililitros) de NaOH 0,1mol/L requerido para titular 20g de amostra desintegrada em processador de alimentos (marca Walita) com 100mL de água, de acordo com Pregnotatto e Pregnotatto (1985). A acidez foi expressa em mL de NaOH 0,1mol/L por 100g da amostra.

3.2.4.5 Teor de sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis das amostras foi avaliado utilizando-se refratômetro de bancada, marca Atago (modelo PR-101), com correção automática de temperatura para 20°C. A leitura foi feita do caldo resultante dos grãos de milho triturados em processador de alimentos (marca Walita) e peneirados em peneira de 20 *mesh*.

3.2.4.6 Teor de amido

O teor de amido foi determinado de acordo com Rickard e Behn (1987), utilizando-se hidrólise enzimática da amostra com posterior dosagem do teor de açúcares redutores pelo método de Somogy e Nelson (SOMOGY, 1945).

3.2.4.7 Carboidratos solúveis totais

Os carboidratos solúveis totais foram avaliados pelo método de extração de Yoshida et al. (1972), seguido da dosagem dos açúcares redutores de acordo com Somogy e Nelson (SOMOGY, 1945).

3.2.4.8 Fibras

Os teores de fibras solúveis e insolúveis foram determinados pelo método enzimático de Asp et al. (1983). As fibras totais foram obtidas pela somatória das frações solúveis e insolúveis.

3.2.4.9 Cor

A cor das amostras foi avaliada utilizando-se colorímetro marca Minolta, modelo Chroma Meter CR-200b. Foram utilizadas 3 espigas por tratamento, realizando-se 3 leituras por espiga. Para avaliação da cor da pamonha foram utilizadas 3 amostras, realizando-se 3 leituras por pamonha. A avaliação de cor foi efetuada pelo sistema L^* a^* e b^* , por refletância, no qual os valores de L^* (luminosidade ou brilho) variam de zero (preto) a 100 (branco), no eixo a ocorre a variação de $-a^*$ (verde) até $+a^*$ (vermelho) e no eixo b a variação de $-b^*$ (azul) até $+b^*$ (amarelo) (BIBLE; SINGHA, 1993).

3.2.4.10 Propriedades de pasta da polpa

Os perfis de viscosidade das amostras de milho foram avaliados em Rapid Visco Analyser (RVA Super 4), da Newport Scientific, série S4A. Foi utilizada a programação Standard 1, do software *Thermocline for Windows*, versão 5, com a seguinte programação tempo/ temperatura: 50°C por 1 minuto, aquecimento de 50 a 95°C a uma taxa de 6°C/min, manutenção da pasta a 95°C por 5 minutos e resfriamento de 95°C a 50°C a uma taxa de 6°C/minuto. A duração do teste é de 13 minutos. As amostras de

grãos de milho desintegrados (polpa) foram avaliadas diluindo-se 9g do material em 18mL de água. Os pontos críticos extraídos dos perfis de viscosidade foram temperatura de pasta (ponto da curva de empastamento onde a viscosidade apresenta elevação inicial), viscosidade máxima (ponto onde ocorre um máximo (pico) de viscosidade), quebra de viscosidade (diferença entre a viscosidade máxima e da pasta mantida a 95°C por 5 min.), viscosidade final, tendência a retrogradação (diferença entre as viscosidades final e da pasta a 50°C por 5min.) e tempo para ocorrência de pico. A unidade do aparelho para viscosidade foi RVU (rapid visco units).

3.2.4.11 Textura das pamonhas

Para avaliação da textura das pamonhas utilizou-se o Texturômetro Stable Micro Systems (UK), modelo TAX-T2i, com carga máxima de 50Kg e probe cilíndrico de acrílico com 25mm de diâmetro e 10mm de altura conectado a uma haste longa de metal. Foram realizadas dez medidas de cada amostra no centro de cada pamonha em temperatura ambiente nas seguintes condições: Velocidade pré-teste 1,0mm/s, velocidade do teste 1,0mm/s, velocidade pós-teste 1,0mm/s, distância 20%, tempo 5seg e força de 0,10N. Foram avaliados os seguintes parâmetros de textura: dureza, medida em Newton (N), coesividade, elasticidade, adesividade (Ns) e gomosidade (N).

3.2.5 Análise sensorial das pamonhas

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP/FOP), sendo aprovado por estar de acordo com a Resolução CNS 196-96 do Conselho Nacional de Saúde (Anexo A).

O teste sensorial aplicado foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do produto segundo Stone et al. (1974) e Stone (1992), utilizando-se provadores selecionados e treinados. Os atributos avaliados foram aparência, odor, sabor e textura. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e comparação das médias pelo Teste de Tukey (5%) ajustado para comparações múltiplas, utilizando-se o sistema estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1989).

3.2.5.1 Padronização das características sensoriais

A análise sensorial foi conduzida aplicando-se métodos analíticos de diferença para a seleção de provadores e método descritivo para medir a qualidade do produto. A equipe de provadores composta de 3 homens e 8 mulheres, constituiu-se de pesquisadores, técnicos e estagiários do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ/USP.

A seleção dos provadores foi realizada em 3 etapas distintas:

1ª Etapa - Recrutamento: etapa na qual se fez o primeiro contato com os provadores, obtendo-se informações sobre interesse, disponibilidade de tempo e afinidade pelo produto.

Foram entrevistados 17 provadores e recrutados 13 para a segunda fase da seleção. Dois provadores foram reprovados devido à indisponibilidade de tempo.

2ª Etapa - Teste de reconhecimento de gostos básicos: para essa fase do teste, utilizou-se como material, soluções quimicamente puras dos gostos básicos: doce (0,14% de sacarose), ácido (0,07% de ácido cítrico), salgado (0,5% de cloreto de sódio) e amargo (0,07% de cafeína) e água mineral. Foram oferecidos 25 ml de cada solução aos provadores em copos plásticos descartáveis, codificados com números aleatórios de 3 algarismos. O reconhecimento dos gostos básicos foi conduzido em sala com temperatura ambiente, estando os provadores individualizados em cabines, contendo bandejas com as amostras, fichas de avaliação, conforme Figura 2, e copos com água para lavagem da boca entre as avaliações. Todos os provadores apresentaram 100% de acertos.

3ª Etapa - Teste de sensibilidade para gosto: foi realizado mediante a utilização do teste triangular, para o gosto básico doce, com seis repetições, segundo o método seqüencial de Wald (1947). O modelo da ficha entregue aos provadores encontra-se na Figura 3. Os testes foram realizados nas mesmas condições dos testes para gostos básicos.

Nome: _____ Data: _____

Por favor, prove as amostras, da esquerda para a direita, identificando os gostos básicos (ácido, doce, salgado e amargo).

CÓDIGO	GOSTO
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Figura 2 - Modelo da ficha de reconhecimento de gostos básicos

Nome: _____

Data: _____

Destas três amostras, duas são iguais e uma é diferente. Por favor, prove da esquerda para a direita com intervalo de 20 segundos entre as amostras e identifique a amostra diferente, fazendo um círculo ao redor do código.

1)	_____	_____	_____
2)	_____	_____	_____
3)	_____	_____	_____

Figura 3 - Modelo da ficha do teste de sensibilidade para gosto

3.2.5.2 Treinamento e desenvolvimento da terminologia descritiva

A fase de treinamento da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) constou de uma preleção aos provadores pelo supervisor, objetivando desenvolver a terminologia na identificação dos atributos sensoriais referentes a pamonha. O desenvolvimento da terminologia descritiva das amostras de pamonha foi realizado baseando-se no método

tradicional (STONE et al., 1974; STONE, 1992). As amostras foram apresentadas em pratos de porcelana, cobertos com filmes de polietileno, à temperatura ambiente, codificados com números de 3 algarismos. Foi solicitado aos provadores que descrevessem as características de aparência, odor, sabor e textura, na ficha de levantamento de atributos (Figura 4).

Produto:_____	Data:_____
Nome: _____	
<p>Por favor, avalie cada uma das amostras quanto à aparência, odor, sabor e textura e desenvolva termos que melhor descrevem as amostras com relação a cada um desses atributos sensoriais.</p>	
Aparência:	
Odor:	
Sabor:	
Textura:	

Figura 4 - Modelo da ficha de levantamento de atributos

Foram realizadas 4 sessões nessa fase, sendo posteriormente realizado o agrupamento dos termos descritivos semelhantes; os discrepantes foram eliminados, chegando-se aos termos mais apropriados, que realmente caracterizassem as amostras (Quadro 2). Em seguida, foi elaborada a ficha de avaliação sensorial (Figura 5). Para a medida da intensidade de cada atributo foi usada uma escala não estruturada de 10 cm, variando de nada (nota 0) a muito (nota 10) (SPOTO, 1988).

ODOR
Cozido: milho cozido (8), fumaça (2);
Fermentado: fermentado (9), azedo (8), cheiro de álcool (1), ácido (3), vinagre (1);
SABOR
Gosto doce: doce (24), milho doce (1), aguado (7), faltando açúcar (12), sonso (2);
Cozido: milho cozido (2), milho cru (2);
Fermentado: milho fermentado (1), azedo (3), sabor alterado (3);
Fresco: fresco (1);
TEXTURA
Creмоса: cremosa (11), sem cremosidade (2), não muito cremosa (2), parecida com curau (2);
Fibrosa: presença de fibras (10), fibrosa (5), com textura de bagaço (1), com bagaço (2);
Firme: firme (6), tenra (3), cortando com facilidade (1), estabilidade ao corte (1), ponto de corte (1), mole (5), pouco firme (3), seca (2), compacta (1), boa consistência (1), pouco consistente (1), muito consistente (1);
APARÊNCIA
Cor amarela: claro (5), forte (5), escuro (6), esbranquiçado (2), opaco (3);
Consistente: cremosa (6), firme (2), leitosa (1), dura (1), mole (6), sem cremosidade (2), gelatinosa (1), pudim (1), consistente (2), lisa (1), angu (1), creme (1), massuda (1), compacta no centro (1), pegajosa (1)

Quadro 2 - Agrupamento dos termos descritivos das análises sensoriais

Nome: _____		Data: _____	
<p>Você está recebendo 3 amostras de pamonha, prove e avalie anotando na escala abaixo a intensidade de cada atributo.</p>			
ODOR:			
Cozido:	_____	_____	
	pouco		muchto
Fermentado:	_____	_____	
	pouco		muchto
SABOR:			
Gosto doce:	_____	_____	
	pouco		muchto
Cozido:	_____	_____	
	pouco		muchto
Fermentado:	_____	_____	
	pouco		muchto
Fresco:	_____	_____	
	pouco		muchto
TEXTURA:			
Cremonsa:	_____	_____	
	pouco		muchto
Fibronsa:	_____	_____	
	pouco		muchto
Firme:	_____	_____	
	pouco		muchto
APARÊNCIA:			
Cor amarela:	_____	_____	
	pouco		muchto
Consistente:	_____	_____	
	pouco		muchto
Impressão Global:	_____	_____	
	pouco		muchto

Figura 5 - Modelo da ficha de avaliação sensorial da pamonha

Com os atributos selecionados, foram preparadas as referências para a determinação dos extremos da escala de avaliação sensorial e treinamento dos provadores (Quadro 3).

ATRIBUTO	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIAS
<u>ODOR:</u>		
Cozido	Característico de produto submetido ao tratamento térmico.	<u>Pouco</u> : pamonha cozida por 20`. <u>Muito</u> : pamonha cozida por 90`.
Fermentado	Característico de milho fermentado.	<u>Pouco</u> : pamonha fresca. <u>Muito</u> : pamonha armazenada por um dia a 37°C.
<u>SABOR:</u>		
Gosto doce	Característico de soluções açucaradas.	<u>Pouco</u> : pamonha feita sem adição de sacarose. <u>Muito</u> : pamonha feita adicionando-se 50% de sacarose.
Cozido	Característico de produto submetido ao tratamento térmico.	<u>Pouco</u> : pamonha cozida por 20`. <u>Muito</u> : pamonha cozida por 90`.
Fermentado	Característico do produto fermentado.	<u>Pouco</u> : pamonha não fermentada, fresca. <u>Muito</u> : pamonha armazenada por um dia a 37°C.
Fresco	Sabor característico do produto sem apresentar qualquer alteração devido armazenagem.	<u>Pouco</u> : pamonha armazenada por 7 a 15 dias sob refrigeração. <u>Muito</u> : pamonha recém processada.
<u>TEXTURA:</u>		
Creмоса	Característica da amostra que se espalha na boca.	<u>Pouco</u> : pamonha cozida por 90`. <u>Muito</u> : pamonha cozida por 20`.
Fibrosa	Característico da amostra que não é lisa apresentando fibras.	<u>Pouco</u> : pamonha feita com milho moído peneirado (peneira fina), sem bagaço. <u>Muito</u> : pamonha feita com milho moído sem peneirar, com bagaço.
Firme	Característico da amostra que impõe resistência ao corte.	<u>Pouco</u> : pamonha cozida por 20`. <u>Muito</u> : pamonha cozida por 90`.
<u>APARÊNCIA:</u>		
Cor amarela	Cor característica de pamonha ou curau.	<u>Fraco</u> : pamonha feita com 40% de leite. <u>Forte</u> : cor da pamonha cozida por 90`.
Consistente	Característica da amostra que tem forma definida, firme, compacta.	<u>Pouco</u> : pamonha cozida por 20`. <u>Muito</u> : pamonha cozida por 90`.
<u>IMPRESSÃO GLOBAL:</u> qualidade geral que influencia na memória do provador sobre o produto.		

Quadro 3 - Definição dos descritores e referências dos extremos das escalas de intensidade na ADQ da pamonha

Caracterização sensorial das amostras de pamonha: os provadores receberam amostras em pedaços de 2 x 3cm, à temperatura ambiente. As amostras foram servidas em recipientes plásticos fechados com tampa, codificados com algarismos de três dígitos. Os atributos de sabor, odor e textura foram avaliados sob luz vermelha, e os de aparência sob luz fria; um copo com água foi oferecido para a lavagem do palato.

3.2.6 Análise microbiológica

3.2.6.1 Coleta e preparo das amostras

Para a análise microbiológica 2 amostras de pamonhas produzidas de cada condição de armazenamento da matéria-prima, foram coletadas em recipiente previamente higienizado com álcool 70° imediatamente após o resfriamento.

As pamonhas foram abertas com tesoura higienizadas com álcool 70° e recolhidas separadamente alíquotas de 25g de cada amostra, que foram homogeneizadas em homogeneizador *stomacher* em saco plástico estéril com 225 mL de H₂O sp, sendo essa a diluição 10⁻¹ da qual foram feitas as demais diluições até 10⁻³.

As pamonhas foram analisadas quanto à presença de coliformes totais, *Staphylococcus* coagulase positivo (ECP), *Bacillus cereus* e *Salmonella*. Os métodos analíticos empregados descritos a seguir constam no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (COUSIN; JAY; VASAVADA, 2001). As análises foram realizadas em duplicata.

3.2.6.2 Contagem de coliformes totais

A técnica utilizada foi a dos tubos múltiplos, série de 3 tubos. Foi inoculado 1,0 mL das diluições, em tubos contendo caldo LST MUG (Lauril Sulfato Triptose modificado com MUG- 4-metil-umbeliferil-β-D-glucuronídeo, Merck) com tubos de Durham invertidos. O material foi incubado a 35°C/ 24-48 horas. Para a confirmação de coliformes totais, o conteúdo dos tubos suspeitos (turvação e formação de gás) foi inoculado através de alça microbiológica em tubos de caldo verde brilhante (VB) com tubos de Durham invertidos e incubados a 35°C por 24/48 horas. Foram considerados positivos os tubos que apresentaram crescimento e produção de gás. A determinação

do número mais provável (NMP)/mL foi feita por leitura em um tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas (KORNACKI; JOHNSON, 2001).

3.2.6.3 Contagem de *Bacillus cereus*

Foi utilizada a técnica de espalhamento em superfície inoculando 1,0 mL das diluições, subdividido em 4 alíquotas, em placas de ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP), previamente preparadas e secas; sendo 3 placas com 0,3 mL e uma com 0,1mL; espalhando-se o inóculo com uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas invertidas a 30°C por 24/48 horas, para se realizar a contagem das colônias típicas: grandes, rodeadas por um grande halo de precipitação e com a região ao redor rósea. As colônias suspeitas foram transferidas para ágar nutriente inclinado com alça microbiológica e incubadas 35°C por 24h, sendo realizada coloração de Gram e testes bioquímicos confirmativos, os quais foram: fermentação da glicose, motilidade, decomposição da tirosina, crescimento rizóide, redução de nitrato, hidrólise da gelatina, teste de Voges-Porskauer (BENNETT; BELAY, 2001).

3.2.6.4 Contagem de *Staphylococcus coagulase positivo* (ECP)

Foi inoculado 1,0 mL da amostra, distribuído por 4 placas de ágar Baird-Parker (BP), adicionado de solução de gema de ovo e telurito de potássio, previamente preparadas e secas; sendo 3 com 0,3mL e uma com 0,1mL; espalhando-se o inóculo com uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas invertidas a 35°C por 48 horas, para se realizar a contagem das colônias típicas: pretas, com um halo translúcido claro. Foram feitos testes bioquímicos confirmativos coagulase, catalase e coloração de Gram (LANCETTE; BENNETT, 2001).

3.2.6.5 Detecção de *Salmonella*

Primeiramente foi feito um pré-enriquecimento de 25g da amostra em caldo lactosado, para a recuperação de células injuriadas. Este meio de pré-enriquecimento foi incubado a 35°C durante 24horas. Após incubação, com alça microbiológica foram inoculados tubos de ensaio com caldos Tetrationato (TT) e Selenito Cistina (SC), incubados a 35°C/24h e posteriormente feito a tentativa de isolamento de colônias

típicas de *Salmonella* em ágar Bismuto Sulfito (BS), ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e ágar Entérico de Hectoen (HE), realizado por estrias em superfície com alça microbiológica a partir dos tubos incubados de TT e SC. Todas as placas foram incubadas invertidas a 35°C por 24h/48 horas.

Em ágar BS, as colônias típicas de *Salmonella* são marrons ou pretas, com ou sem brilho metálico. Em ágar XLD as colônias são transparentes, cor de rosa escuro, com ou sem centro preto. Já em ágar HE, as colônias são transparentes, verde-azuladas, com ou sem centro preto.

As colônias típicas de *Salmonella* foram inoculadas por picada e estria na rampa em ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e Lisina Ferro (LIA), e incubadas a 35°C por 24 horas. Os tubos de TSI e LIA que se mostraram com características suspeitas para *Salmonella* foram submetidos a testes bioquímicos e sorológicos somático polivalente. O resultado foi expresso como presença ou ausência em 25g/mL de amostra (ANDREWS *et al.*, 2001).

3.2.7 Análise estatística

Na caracterização de híbridos e de seus produtos, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e comparação das médias pelo Teste de Tukey (5%) ajustado para comparações múltiplas, utilizando-se o sistema estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1989). Nas análises físicas e físico-químicas foram utilizadas 8 repetições para cada tratamento, exceto para textura das pamonhas que foram utilizadas 20 repetições e para cor da pamonha e milho que foram utilizadas 12 repetições.

Para o estudo do armazenamento das espigas de milho dos diferentes híbridos e seu efeito sobre o produto final, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 3x2x3, sendo 3 híbridos (AG 1051, BM 3061 e DOW 8003), 2 temperaturas de armazenamento (ambiente e refrigerada) e 3 períodos de avaliação (0, 3 e 6 dias de armazenamento). Nas análises física e físico-químicas foram utilizadas 4 repetições para cada tratamento, exceto para textura da pamonha que foram efetuadas 10 repetições e para cor do milho e pamonha que foram utilizadas 6 repetições.

Os resultados obtidos das avaliações físicas e físico-químicas do milho verde e pamonha e a análise sensorial foram primeiramente submetidos à análise exploratória para a verificação de pontos discrepantes, homogeneidade de variância, problema de escala e tamanho da amostra e posteriormente foram feitas a análise de variância pelo Teste F e comparação das médias pelo Teste de Tukey (5%) ajustado para comparações múltiplas, utilizando-se o sistema estatístico SAS (Statistical Analysis System, 1989).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dos híbridos de milho verde e das pamonhas produzidas

4.1.1 Características físicas e físico-químicas dos grãos dos diferentes híbridos

Os grãos de milho no estado verde, recém colhidos, dos híbridos AG 1051, BM 3061 e DOW 8003 apresentaram as características físico-químicas mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físico-químicas dos grãos de milho verde dos diferentes híbridos

Características	Híbridos		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Acidez			
pH	7,0 ± 1,0 ^{1 A 2}	7,1 ± 0,0 ^A	7,0 ± 0,0 ^A
Acidez titulável (mL de NaOH 0,1mol/L por 100g)	0,22 ± 0,0 ^A	0,10 ± 0,0 ^B	0,10 ± 0,0 ^B
Sólidos solúveis totais (°Brix)	13,4 ± 0,9 ^A	12,3 ± 0,6 ^B	11,3 ± 0,2 ^C
Composição (%)			
Umidade	66,90 ± 3,1 ^A	66,91 ± 1,8 ^A	68,29 ± 2,5 ^A
Amido	12,75 ± 1,2 ^A	11,66 ± 0,6 ^{AB}	11,36 ± 1,1 ^B
Carboidratos	0,82 ± 0,0 ^B	0,80 ± 0,0 ^B	1,64 ± 0,1 ^A
Fibras solúveis	0,28 ± 0,1 ^A	0,28 ± 0,1 ^A	0,27 ± 0,1 ^A
Fibras insolúveis	2,74 ± 0,5 ^A	2,21 ± 0,2 ^B	2,34 ± 0,3 ^{AB}
Fibras totais	3,02 ± 0,6 ^A	2,49 ± 0,2 ^B	2,61 ± 0,2 ^{AB}

¹Média ± Desvio Padrão.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Não foram detectadas diferenças significativas entre os híbridos quanto aos valores médios de pH, que se apresentaram próximos da normalidade. O milho verde é, portanto, classificado dentro dos alimentos pouco ácidos, devendo ser submetido a um

processamento térmico intenso visando o controle de microorganismos patológicos e deterioradores.

Quanto à acidez titulável, o híbrido AG 1051 apresentou valor mais elevado que os demais híbridos, que não diferiram entre si.

Os maiores teores de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) foram encontrados para o híbrido AG 1051, seguido do híbrido BM 3061 e por fim, o híbrido DOW 8003.

A composição dos grãos de milho deve ser avaliada para definição do ponto de colheita quando as espigas são destinadas à elaboração de pamonhas, principalmente em função do amido, principal componente envolvido no mecanismo de formação de gel. A redução do teor de umidade e acúmulo de amido é algo dinâmico durante o desenvolvimento da cultura. O período de colheita é bastante estreito e é determinado entre o estágio leitoso e o pastoso dos grãos. De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000) e Magalhães et al. (2002), no estágio leitoso os grãos iniciam o processo de acumulação do amido no endosperma dos grãos, sendo incrementado o seu peso seco. O crescimento, a partir daí, é devido à expansão e ao enchimento das células do endosperma com amido. No estágio pastoso a deposição de amido é acentuada, caracterizando um período exclusivamente destinado ao ganho de peso. Os grãos encontram-se com cerca de 70% de umidade.

Os milhos híbridos estudados não diferiram significativamente entre si quanto à umidade presente nos grãos no dia da colheita, estando entre 68,3 e 66,9%, correspondendo ao estágio de maturação citado anteriormente como adequado.

O milho AG 1051 apresentou maiores teores de amido que o híbrido DOW. O milho BM 3061 não diferiu dos demais.

O milho DOW 8003 apresentou o dobro dos teores de carboidratos solúveis totais dos demais híbridos, que não diferiram entre si. É, portanto, um pouco mais doce que os demais.

Os teores de fibras solúveis dos grãos dos diferentes híbridos não diferiram entre si, entretanto, o milho AG 1051 apresentou mais fibras insolúveis e totais que o BM 3061. A quantidade de fibras presente nos grãos pode interferir no rendimento de produção das pamonhas, pois parte destas fibras é retida no processo de peneiração da polpa e, então, descartada.

As características físicas dos grãos de milho verde dos diferentes híbridos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características físicas dos grãos de milho dos diferentes híbridos

Características	Híbridos		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Textura			
Firmeza (lbf/g)	1,66 ± 0,1 ^{1 A 2}	1,41 ± 0,1 ^B	1,26 ± 0,2 ^B
Cor			
Luminosidade	71,84 ± 2,4 ^A	71,49 ± 2,2 ^A	73,37 ± 2,8 ^A
Croma a*	-0,99 ± 1,6 ^A	-0,47 ± 1,0 ^A	-0,84 ± 1,9 ^A
Croma b*	33,52 ± 2,2 ^A	31,19 ± 2,7 ^A	33,75 ± 2,7 ^A

¹Média ± Desvio Padrão.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os grãos de milho do híbrido AG 1051 apresentaram a maior média de firmeza. Possivelmente os maiores teores de fibras totais sejam os responsáveis por esta média maior, uma vez que o teor de umidade não diferiu dos demais híbridos.

A cor é um importante parâmetro de qualidade dos alimentos. A cor desejada para a pamonha é a amarela, razão pela qual este é um requisito importante nesta matéria-prima. A cor das espigas de milho verde foi avaliada em função das variáveis L, a* e b*. A variável L* indica luminosidade, diferenciando cores claras de escuras. Seu valor varia de zero para cores escuras (preto) e 100 para cores claras (branco). O croma a* indica a intensidade das cores, variando do verde (-60) ao vermelho (+60) e o croma b* indica intensidade das cores variando do azul (-60) ao amarelo (+60) (BIBLE; SINGHA, 1993).

Os grãos de milho dos híbridos não se diferenciaram quanto aos parâmetros estudados para cor e se caracterizaram por apresentar alta luminosidade, valores de croma a* próximos ao eixo de valores onde as cores se misturam tendendo para o marrom e valores de croma b*, que caracterizam a predominância da cor amarela.

Não existem na literatura dados sobre os exatos valores das diversas características físicas e físico-químicas dos grãos de milho que seriam desejáveis para

a produção de pamonha. Dentre os três híbridos estudados, o AG 1051 já é consagrado na utilização para produção de pamonha, e os outros dois são híbridos novos no mercado. De um modo geral os híbridos BM 3061 e DOW 8003 apresentaram teores de amido e de fibras totais um pouco inferiores ao AG 1051.

4.1.2 Porcentagem em massa

A porcentagem em massa está associada ao rendimento de grãos na espiga. Assim, quanto maior esse valor, maior será a quantidade de grãos em relação à espiga, que é a parte consumida e utilizada principalmente na elaboração de pratos tradicionais da culinária, como, por exemplo, curau e pamonha (PAIVA JUNIOR, 1999). Esta é uma característica genética, mas também pode receber influência do ambiente, estágio de maturação e composição dos grãos.

A porcentagem em massa obtida para os híbridos estudados mostrou ser idêntica para o AG 1051 e BM 3061, que apresentaram 67,8% em massa. O híbrido DOW 8003 apresentou 6,7 pontos percentuais menos que os demais.

No estudo de Paiva Junior (1999) o híbrido AG 1051 recém-colhido produziu 51% de massa, percentual inferior ao encontrado para esse mesmo híbrido no presente estudo.

Este rendimento em massa pode estar associado a fatores como o tipo de equipamento (despolpadeira) utilizado e o estágio de maturação dos grãos, que afeta sua composição. Considerando a composição, o teor de umidade não diferiu significativamente entre os híbridos. O milho DOW 8003, de menor percentual de massa foi o que apresentou menor teor de amido, maior de carboidratos e não diferiu das demais quanto às fibras insolúveis. Além da composição, a adesão dos grãos ao sabugo (retendo por vezes as fibras), o tamanho, a anatomia e a disposição dos grãos na espiga, também possam atuar neste parâmetro.

4.1.3 Propriedades de pasta da polpa

Os pontos críticos extraídos das curvas de viscosidade da polpa (massa extraída das espigas de milho verde e desintegrada) dos híbridos AG 1051, BM 3061 e DOW 8003 são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios dos pontos críticos de viscosidade da polpa dos diferentes híbridos

	Híbridos		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Viscosidade máxima (RVU)	265 ± 81,5 ^{1 AB 2}	202 ± 51,8 ^B	314 ± 71,1 ^A
Quebra na viscosidade (RVU)	138 ± 50,4 ^A	62 ± 21,6 ^B	152 ± 49,6 ^A
Viscosidade final (RVU)	291 ± 99,7 ^A	234 ± 62,5 ^A	305 ± 60,4 ^A
Tendência a retrogradação (RVU)	164 ± 66,3 ^A	94 ± 31,4 ^B	144 ± 38,3 ^{AB}
Temperatura de pasta (°C)	79,0 ± 1,3 ^A	79,5 ± 0,4 ^A	76,8 ± 0,7 ^B

¹Média ± Desvio Padrão.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Na polpa obtida dos grãos de milho vários componentes influenciam a produção de viscosidade (espessamento), mas principalmente o amido, a água e as fibras. O híbrido AG 1051 apresentou os maiores teores, tanto de amido quanto de fibras, contudo, não foi observada diferença significativa entre este e o híbrido DOW 8003 (menor teor de amido) quanto aos parâmetros de viscosidade máxima, quebra de viscosidade, viscosidade final e tendência a retrogradação. O híbrido DOW 8003 apresentou a menor temperatura de pasta.

O híbrido BM 3061 tendeu a apresentar valores mais baixos de propriedades de pasta que os demais. Entretanto, as viscosidades de todos os híbridos se igualaram ao final do viscograma.

A retrogradação é o mecanismo pelo qual ocorre a formação do gel de amidos e posteriormente, responsável pela sinérese ou liberação de água pelo produto armazenado sob baixas temperaturas. O híbrido AG 1051 apresentou tendência maior que o BM 3061 para retrogradar. Esta e outras propriedades de pasta, sendo distintas para os diferentes híbridos, podem gerar certa diferenciação quanto à textura dos produtos finais e também quanto à exsudação de água em produtos armazenados.

4.1.4 Características físicas e físico-químicas das pamonhas obtidas com os diferentes híbridos de milho

As pamonhas produzidas com os grãos de milho verde dos híbridos AG 1051, BM 3061 e DOW 8003 recém colhidos, apresentaram as características físico-químicas mostradas na Tabela 4.

Tabela 4 - Características físico-químicas das pamonhas produzidas pelos diferentes híbridos

Características	Matéria-prima		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Acidez			
pH	7,1 ± 0,0 ^{1 C 2}	7,5 ± 0,0 ^A	7,2 ± 0,0 ^B
Acidez titulável (mL NaOH 0,1mol/L por 100g)	0,06 ± 0,0 ^A	0,03 ± 0,0 ^C	0,04 ± 0,0 ^B
Composição (%)			
Umidade	63,58 ± 0,33 ^B	63,93 ± 0,58 ^B	65,88 ± 0,86 ^A
Amido	5,43 ± 1,19 ^A	5,00 ± 0,12 ^A	5,12 ± 0,21 ^A
Carboidratos	18,90 ± 0,27 ^B	21,78 ± 0,53 ^A	21,75 ± 2,09 ^A
Fibras solúveis	1,00 ± 0,23 ^A	0,85 ± 0,17 ^A	0,28 ± 0,20 ^B
Fibras insolúveis	1,42 ± 0,12 ^A	1,11 ± 0,26 ^B	1,46 ± 0,22 ^A
Fibras totais	2,42 ± 0,16 ^A	1,95 ± 0,14 ^B	1,74 ± 0,18 ^B

¹Média ± Desvio Padrão.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As pamonhas, assim como os grãos utilizados como matéria-prima, apresentaram valores de pH próximos da neutralidade. As pamonhas processadas com os híbridos estudados apresentaram diferenças de pH e de acidez titulável entre si, sendo as do AG 1051 as mais ácidas e as do BM 3061 as menos ácidas. Houve correspondência deste com os grãos apenas para o AG 1051, que também evidenciou maior acidez titulável que os demais híbridos.

As pamonhas dos híbridos AG 1051 e BM 3061 não apresentaram diferença significativa quanto aos teores de umidade, entretanto, o híbrido DOW apresentou em média maior umidade.

Leme et al. (2004) encontraram um teor de umidade de 63% nas pamonhas elaboradas com o híbrido AG 4051, valor semelhante aos teores encontrados nos produtos dos híbridos estudados no presente trabalho.

Os teores de amido das pamonhas dos três híbridos não diferiram significativamente entre si. Não houve correspondência destes com os teores de amido encontrados nos grãos, pois o teor de amido dos grãos híbridos da DOW foi menor que o dos grãos AG.

Os teores médios de carboidratos das pamonhas dos híbridos BM 3061 (21,8%) e DOW 8003 (21,8%) foram maiores que os encontrados para as pamonhas do híbrido AG 1051 (18,9%). Leme et al. (2004) estudando pamonhas elaboradas com o híbrido AG 4051 encontraram valor semelhante de carboidratos (20%).

Apesar de os teores de fibras solúveis nos grãos dos híbridos não diferirem significativamente entre si, nas pamonhas elaboradas com os grãos DOW 8003 foram observados menores teores deste componente.

Os teores de fibras insolúveis das pamonhas apresentaram relação com esses teores na matéria-prima para os híbridos AG 1051 (maiores teores) e BM 3061 (menores teores).

No processamento da pamonha a etapa de peneiragem retém certo percentual de fibra insolúvel em função da malha selecionada. Esse procedimento pode influenciar a relação fibras nos grãos/ fibras no produto final. Como os teores de fibras insolúveis nas pamonhas podem ser explicados pelos teores presentes nos grãos, não é preciso considerar a dureza do material fibroso que compõe o pericarpo dos grãos de milho. Este parâmetro poderia influenciar o tamanho dos fragmentos gerados pela homogeneização da polpa, os quais seriam mais ou menos selecionados na peneira. Os grãos AG 1051 apresentaram-se mais duros que os demais grãos híbridos, que não se diferenciaram entre si e esta dureza se relacionou com maior teor de fibras.

Os parâmetros de cor das pamonhas produzidas com os grãos de milho dos diferentes híbridos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros de cor das pamonhas produzidas com os grãos de milho dos diferentes híbridos

Características	Híbridos		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Cor			
Luminosidade	59,76 ± 1,1 ^{1 A 2}	56,71 ± 1,9 ^B	54,77 ± 2,8 ^B
Croma a*	-5,16 ± 0,3 ^A	-5,03 ± 0,2 ^A	-4,63 ± 0,2 ^B
Croma b*	29,57 ± 4,4 ^A	20,51 ± 2,0 ^C	25,32 ± 1,4 ^B

¹Média ± Desvio Padrão.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As pamonhas do híbrido AG 1051, em média, apresentaram maior luminosidade e coloração amarela mais intensa. Em relação aos valores de croma a* das pamonhas, comparando-se com os valores encontrados nos grãos, que tendiam ao marrom, nota-se que as pamonhas apresentam maior tendência para a coloração verde. Isso provavelmente seja decorrente do cozimento do produto envasado em palha.

Os atributos que definem textura das pamonhas são apresentados na Tabela 6. Alguns dos parâmetros do teste de dupla compressão obtidos pela Análise do Perfil de Textura, como fraturabilidade e mastigabilidade não se aplicam a este tipo de produto.

Tabela 6 - Parâmetros de textura das pamonhas produzidas com os diferentes híbridos

	Híbridos		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Firmeza (N)	1134,4 ± 262,7 ^{1B 2}	804,4 ± 117,4 ^C	1583,6 ± 312,7 ^A
Adesividade (Ns)	-113,2 ± 234,4 ^A	-6,7 ± 5,68 ^B	-15,0 ± 25,9 ^{AB}
Elasticidade	0,79 ± 0,13 ^A	0,87 ± 0,1 ^A	0,83 ± 0,1 ^A
Coesividade	0,62 ± 0,0 ^B	0,71 ± 0,0 ^A	0,66 ± 0,0 ^{AB}
Gomosidade (N)	711,7 ± 197,0 ^B	574,0 ± 102,1 ^B	1064,0 ± 273,8 ^A

¹Média ± Desvio Padrão.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A firmeza é a força necessária para realizar uma determinada deformação, podendo ser definida também como a força requerida para comprimir o alimento entre os dentes molares ou entre a língua e o palato (SZCZESNIAK, 1998).

As pamonhas produzidas com o híbrido DOW mostraram maior firmeza que as dos demais híbridos e as elaboradas com o BM mostraram valores inferiores. Dentre os fatores que poderiam contribuir com este parâmetro está o teor de amido, porém as pamonhas dos três híbridos não apresentaram diferença significativa entre os teores de amido.

As pamonhas produzidas pelo híbrido DOW 8003 ficaram mais firmes que as demais. Este híbrido foi o que apresentou o menor percentual de massa extraída das espigas e suas pamonhas, menor teor de fibras solúveis e maiores de fibras insolúveis (juntamente com as do AG).

A composição das pamonhas em teores de amido e fibras presentes não parece justificar totalmente a variação da firmeza das mesmas. Estas diferenças talvez possam advir de outros fatores como a composição macromolecular destes polissacarídeos (tanto amido como fibras), que pode variar com a fonte vegetal. Maiores teores de amilose no amido dos diferentes híbridos, por exemplo, poderiam elevar a tendência à retrogradação e aumentar a firmeza do produto final. A tendência à retrogradação do híbrido da DOW, contudo, não se diferenciou significativamente da dos demais híbridos. O tipo de pectina presente também poderia influenciar no processo de gelificação.

A adesividade é definida como o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies em que o alimento entra em contato, ou ainda, a força requerida para remover o alimento que aderiu ao palato, lábios e dentes durante a mastigação (SZCZESNIAK, 1998). O parâmetro adesividade mostrou valores muito variáveis nas pamonhas dos diferentes híbridos. Nenhum dos componentes das pamonhas parece estar associado à esta variação.

A elasticidade é a razão na qual um material deformado volta à sua condição não deformada após remoção da força de deformação. A coesividade é a resistência das ligações internas, ou seja, a quantidade de deformação que o alimento sofre antes de sua ruptura quando comprimido com os molares (SZCZESNIAK, 1998).

As pamonhas, de um modo geral, se caracterizam por apresentar baixa coesividade e elasticidade. Os valores de elasticidade e coesividade encontrados para as pamonhas são semelhantes aos encontrados por Corrêa (2006) em manjares (formulados com 4% de amido de milho) que apresentaram elasticidade média de 0,83 e coesividade de 0,51. Apesar das diferenças entre híbridos serem estatisticamente significativas para coesividade, não foram muito diferentes numericamente.

A gomosidade é definida como o trabalho requerido para desintegrar um alimento semi-sólido, sendo o produto da firmeza pela coesividade (SZCZESNIAK, 1998). As diferenças entre os híbridos quanto aos valores de gomosidade foram significativas, sendo que as pamonhas do híbrido DOW 8003 apresentaram os maiores valores.

Os resultados observados para gomosidade de pamonhas foram muito diferentes dos encontrados por Sandhu e Singh (2007) para géis de amido de diferentes variedades de milho, que variaram entre 15,8 e 8,9. Um outro estudo, com manjares de amido de milho, o maior valor encontrado para gomosidade foi de 91,52gF (CORRÊA, 2006).

Em resumo, a pamonha do híbrido DOW se apresentou mais firme e gomosa, enquanto que a do híbrido AG apresentou maior adesividade e menor coesividade. As pamonhas do híbrido BM mostraram menor firmeza e adesividade, além de maior coesividade.

Esta desuniformidade dos parâmetros de textura pode decorrer dos teores variáveis dos componentes e também de problemas relacionados com o processo de cocção do produto. O amido tende a se acumular na base ou fundo da embalagem, conforme a posição do produto no cozedor, já que apresenta densidade mais elevada que a água e que ocorre um intervalo de tempo entre a adição do produto na água fervente e a gelatinização do amido. Já as fibras tendem a se concentrar mais ao centro do produto. Além disto, algumas vezes, pode ocorrer penetração de água no interior do produto em função da costura, fechamento da embalagem e certa porosidade da palha. O produto final acaba por apresentar uma fase mais líquida externamente (entre palha e gel). Estas variáveis foram consideradas no processamento dos produtos neste trabalho visando minimizar os problemas citados. A costura das palhas se deu com ponto

menor, foi efetuado um melhor fechamento da embalagem e também realizada a agitação do produto envasado antes de entrar para a cocção em água fervente. Embora tenha se tentado uma melhor padronização no preparo do produto e, posteriormente, na amostragem do material a ser avaliado no texturômetro, alguma variação nos parâmetros do APT pode ter decorrido destes fatos.

4.1.5 Análise sensorial

Os provadores avaliaram a intensidade dos atributos relacionados com aparência, odor, sabor, textura e impressão global do produto elaborado com diferentes híbridos, sendo os resultados apresentados na Tabela 7 e Figura 6.

Tabela 7 - Notas médias atribuídas para aparência, odor, sabor, textura e impressão global das pamonhas elaboradas com os diferentes híbridos

Atributos	Matéria-prima		
	AG 1051	BM 3061	DOW 8003
Aparência			
Cor amarela	5,7 B	5,9 B	6,3 A
Consistente	6,7 A	6,9 A	6,4 B
Odor			
Cozido	7,5 A	7,3 A	5,3 B
Sabor			
Doce	5,4 A	5,6 A	5,8 A
Cozido	6,4 A	6,3 A	5,8 B
Textura			
Creмоса	4,2 C	5,8 A	5,4 B
Fibrosa	5,4 B	5,5 B	6,1 A
Firme	6,0 C	7,1 A	6,7 B
Impressão Global	7,5 A	7,2 A	6,4 B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Figura 6 - Gráfico aranha representando a média dos atributos sensoriais das pamonhas elaboradas com diferentes híbridos de milho

As pamonhas elaboradas com os diferentes híbridos apresentaram diferenças significativas entre si para todos os atributos sensoriais avaliados, exceto sabor doce.

De maneira geral as pamonhas encontradas no comércio tendem a apresentar cor amarelo forte e aparência consistente, firme. As diferenças observadas pelos provadores na cor das pamonhas dos três híbridos foram significativas se destacando a do híbrido DOW 8003 quanto a este atributo, pois apresentou a maior média, ou seja, pamonhas de amarelo mais intenso.

Não houve correspondência entre a medida instrumental e a sensorial para este parâmetro de cor. No método instrumental de grãos e de pamonhas a maior intensidade da cor amarela foi apresentada pelo híbrido AG 1051. Talvez essa diferença entre o método instrumental e a percepção dos provadores possa ser explicada pela variação na cor. A coloração amarela mais para o laranja, é um atributo descrito para o híbrido DOW, conforme informações dos produtores desta semente (Dow Agrosience, 2006). Considerando que o instrumento faz esta medida no eixo do croma b^* e o laranja seria detectado pelo ângulo hue, que não foi calculado neste trabalho. Possivelmente os provadores tenham detectado essa coloração amarelo-alaranjada como amarelo mais intenso para este híbrido.

As pamonhas do híbrido DOW apresentaram aparência menos consistente que as dos demais híbridos. A aparência visual da consistência do produto não se relaciona com a firmeza do mesmo avaliada subjetivamente.

A etapa de cocção da pamonha deve ser completada em tempo correto, pois se o tempo de cozimento é insuficiente, os provadores detectam sabor de milho cru no produto final e se ocorre cozimento demasiado, o produto fica com sabor de queimado, sendo ambas características indesejáveis. Apesar de serem detectadas diferenças significativas entre as pamonhas dos três híbridos de milho verde, foi observado que a maioria das notas atribuídas foram intermediárias (próximas de 6,0), evidenciando que o tempo de cozimento no processamento das pamonhas foi adequado.

A pamonha do híbrido DOW 8003 apresentou as notas significativamente menores para odor cozido. Como o tempo de cocção das pamonhas foi padronizado para todos os híbridos, essa diferença de odor detectada possivelmente decorra do fato de o milho desse híbrido apresentar mais compostos de odor de milho verde, o qual pode ter sido confundido pelos provadores como odor de milho cru ou mal cozido.

Quanto à textura, as pamonhas dos três híbridos se mostraram mais firmes (notas de 6,0 a 7,1) que cremosas (notas de 4,2 a 5,8).

As pamonhas do híbrido AG 1051 apresentaram-se na análise sensorial menos firmes, menos cremosas e menos fibrosas que as dos demais híbridos. Sua firmeza objetiva (texturômetro), entretanto, foi intermediária à dos demais híbridos. Considerando que as pamonhas deste híbrido não diferiram significativamente das demais quanto ao teor de amido, mas apresentaram altos teores de fibras, pode-se dizer que não houve correspondência clara entre estes teores e a textura do produto final elaborado com este híbrido.

As pamonhas do híbrido BM 3061 se apresentaram mais firmes, mais cremosas e pouco fibrosas na avaliação sensorial e menos firmes na determinação de firmeza objetiva. Estas não se diferenciaram das demais com relação ao teor de amido, mas apresentaram os menores teores de fibras.

As pamonhas do híbrido DOW 8003 foram as mais fibrosas na sensorial e que apresentaram os maiores teores de fibras, juntamente com as do híbrido AG. As pamonhas do híbrido BM, que receberam as maiores notas para firmeza e cremosidade

subjetiva, apresentaram a menor firmeza objetiva.

Contudo, considerando as médias de notas atribuídas pelos provadores para a maioria dos atributos, nota-se que a diferença entre as médias mais baixas com as médias mais altas não chega a 1,5. Num produto não tão homogêneo como a pamonha uma variação tão pequena de notas, que é detectada como diferente pela estatística, talvez não seja para o provador. Isto evidencia certa uniformidade entre os híbridos.

As pamonhas que causaram uma melhor impressão global aos provadores foram as dos híbridos AG 1051 e BM 3061. As pamonhas do híbrido DOW 8003 possivelmente tenham recebido menores notas quanto à impressão global devido principalmente aos atributos de textura consistente, odor e sabor de cozido, que receberam notas mais baixas que para o produto dos outros híbridos.

4.2 Avaliação do armazenamento dos híbridos de milho verde sob diferentes condições e dos efeitos deste sobre as pamonhas

4.2.1 Avaliação das espigas de milho verde durante armazenamento

4.2.1.1 Aspecto geral das espigas de milho

O armazenamento de vegetais pode resultar em diversas alterações visuais como a perda de cor ou a ocorrência de danos biológicos. A rejeição do produto pode estar também correlacionada com a sensação de sabor e odor ao se detectar níveis de metabólitos associados com a deterioração (McMEEKIN; ROSS, 1996). Além destes aspectos, também constituem alterações freqüentemente citadas na literatura a perda de água, com conseqüente murchamento (ALVES et al., 2004).

O aspecto dos grãos de milho dos híbridos AG 1051, BM 3061 e DOW 8003, durante o período de armazenamento sob condições ambientes e de refrigeração pode ser observado pelas Figuras 7, 8 e 9 respectivamente.

Recém colhido (dia 0)

3º dia na condição ambiente

3º dia sob refrigeração

6º dia na condição ambiente

6º dia sob refrigeração

Figura 7 - Aspecto dos grãos do híbrido de milho verde AG 1051 em função do tempo e condição de armazenamento

Recém colhida (dia 0)

3º dia na condição ambiente

3º dia sob refrigeração

6º dia na condição ambiente

6º dia sob refrigeração

Figura 8 - Aspecto dos grãos do híbrido de milho verde BM 3061 em função do tempo e condição de armazenamento

Recém colhida (dia 0)

3º dia na condição ambiente

3º dia sob refrigeração

6º dia na condição ambiente

6º dia sob refrigeração

Figura 9 - Aspecto dos grãos do híbrido de milho verde DOW 8003 em função do tempo e condição de armazenamento

Considerando o aspecto visual dos híbridos armazenados, o que mais fica evidenciado é a perda de umidade. As espigas recém colhidas apresentaram grãos túrgidos, entretanto, ao longo do período de armazenamento os híbridos mostraram variabilidade quanto à conservação da umidade, podendo ser encontradas espigas com grãos mais túrgidos e outros mais desidratados, dentro de cada tratamento e tempo. A perda de água resultou em depressões (dentes) no topo dos grãos, com aspecto de endurecimento. Estes fenômenos se mostraram mais severos nas espigas armazenadas sob condições ambientes. Em contraste, a refrigeração retardou a perda de água, como percebida pela maior turgidez e presença de grãos de aspecto mais uniforme.

4.2.1.2 Porcentagem em massa

As alterações da porcentagem em massa de cada híbrido utilizado para produção de pamonha durante o armazenamento sob condições ambientes e de refrigeração são mostradas na Tabela 8.

Tabela 8 - Porcentagem em massa das espigas de milho dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento

Híbrido	Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	68,8	61,1	61,8
	Refrigerado	66,7	63,4	65,4
BM 3061	Ambiente	67,7	60,4	59,8
	Refrigerado	67,9	52,5	52,4
DOW 8003	Ambiente	60,6	59,8	55,3
	Refrigerado	61,5	61,5	59,8

Embora sem estatística, pode se observar que os três híbridos apresentaram comportamento semelhante tendo a porcentagem em massa diminuída no decorrer do período em ambas as condições de armazenamento. Para o AG 1051 as perdas de

porcentagem de massa na condição ambiente foram de 11,2% e 10,2% e sob refrigeração foram de 4,9% e 1,9%, respectivamente após o 3º e 6º dias de armazenamento. O híbrido BM 3061 mantido na condição ambiente perdeu 10,7% e 11,6%, no 3º e 6º dia de armazenamento, respectivamente, e sob refrigeração 22,7% após três dias e 22,8% após seis dias, apresentando as maiores quedas na porcentagem de massa. O híbrido DOW 8003 foi o que apresentou a menor queda na porcentagem de massa após três (1,3% no ambiente e 0,0% sob refrigeração) e seis dias de armazenamento (8,7% no ambiente e 2,8% no refrigerado). Para os híbridos AG e BM a maior queda de rendimento em massa ocorreu no 3º dia, pois entre o 3º e 6º dias essa queda praticamente se manteve. Para o híbrido DOW um maior decréscimo no rendimento em massa somente foi observado no sexto dia.

Alves et al. (2004), avaliando o híbrido AG 1051 para o processamento de pamonhas, observaram que o peso de massa (peso referente à massa do milho ralado em ralador de aço inoxidável e passado por peneira de malha 3,0mm) apresentou uma redução de aproximadamente 44% e 46% quando armazenado por sete dias, na condição ambiente e sob refrigeração, respectivamente. O autor conclui ainda, que de modo geral os cultivares avaliados produziram mais massa quando armazenados sob condições ambientes do que sob refrigeração.

A porcentagem de massa extraída das espigas pode diminuir no decorrer do tempo de armazenamento principalmente em função da perda de água dos grãos, ocorrendo elevação de teor de sólidos. Considerando que a adição de água na formulação do produto antes da cocção se faz em função da quantidade de massa obtida, esta perda em massa pode resultar em aumento de concentração dos sólidos totais nos produtos finais e alteração de textura dos mesmos.

4.2.1.3 Textura dos grãos de milho

A textura é um dos principais atributos de qualidade em vegetais e as propriedades mecânicas de resistência dos tecidos se correlacionam com as propriedades estruturais do conglomerado celular e estas são dependentes da coesividade, do tamanho, da forma e da turgidez das células que compõem o tecido (AWAD, 1993).

No caso do milho verde como matéria-prima para agroindústria de pamonha a avaliação da textura dos grãos foi incluída para averiguação do potencial da mesma em influenciar o despulpamento ou a extração dos grãos da espiga. Esta etapa operacional poderia alterar o rendimento e a qualidade da polpa obtida, pois grãos mais duros, gerados pela perda de água ou ainda, pelo endurecimento do pericarpo, podem ser mais ou menos facilmente destacados da espiga e produzem polpa mais seca.

Pode-se observar pela Tabela 9 que a condição de armazenamento interferiu na textura dos grãos de milho dos diferentes híbridos. No sistema de estocagem refrigerada não houve variação desse parâmetro ao longo do tempo para nenhum dos híbridos estudados, entretanto, houve diferença entre as condições de armazenamento após 3 ou 6 dias de estocagem, devido ao aumento de dureza dos grãos sob condições ambientes.

Tabela 9 - Valores médios de dureza (lbf/g) dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	Condição de armazenamento	
		Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	1,66 bA	1,66 aA
	3	3,28 aA	1,58 aB
	6	2,14 abA	1,62 aA
BM 3061	0	1,36 bA	1,45 aA
	3	1,83 aA	1,48 aA
	6	2,40 aA	1,54 aB
DOW 8003	0	1,24 bA	1,27 aA
	3	2,40 aA	1,39 aB
	6	3,52 aA	1,63 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O acréscimo nos valores de dureza dos grãos durante o armazenamento ambiente, possivelmente, seja acarretado pela perda de água ocorrida entre o primeiro e sexto dia de armazenamento e também pela possibilidade de estar ocorrendo um espessamento ou endurecimento do pericarpo do grão. Segundo Chitarra (2000), além das modificações na lamela média e parede celular, as alterações de firmeza da polpa de frutos são devidas à perda excessiva de água dos tecidos, a qual causa a diminuição da pressão de turgor (murchamento).

As perdas de água pelos grãos de milho armazenados no ambiente no caso do presente estudo foram consideráveis, sendo na maioria dos casos acima de 10%. Segundo Chitarra (2000), perdas de água acima de 7% podem ser consideradas suficientes para alterar a textura dos grãos.

Sasaki (2005) associou o aumento da dureza de abóboras minimamente processadas, cortadas em cubos e acondicionadas em PET, à elevada perda de água (12%), a qual induziu o murchamento dos tecidos.

4.2.1.4 pH e acidez titulável

Considerando as condições de armazenamento, os híbridos AG 1051 e BM 3061 nas condições ambientes já ao 3º dia apresentaram valores de pH menores que o equivalente na condição refrigerada. Para o híbrido DOW 8003 essa diferença foi observada somente no 6º dia. Ficando evidente que a temperatura de refrigeração foi mais eficiente na conservação dos três híbridos (Tabela 10).

Considerando o tempo de armazenamento, ao se avaliar a tendência dos valores de pH dos milhos nas condições ambientes para armazenamento do milho, os híbridos BM e DOW apresentaram acidificação crescente. Para o AG 1051 não foi observada a mesma tendência definida de acidificação dos demais híbridos. Nas condições de refrigeração foi observado que para os mesmos híbridos houve também esta acidificação, embora com menor intensidade.

Tabela 10 - Valores médios de pH e de acidez titulável (mL de NaOH 0,1mol/L por 100g) dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	pH		Acidez titulável	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	6,59 aA	6,64 bA	0,25 aA	0,19 aA
	3	6,11 bB	6,91 aA	0,26 aA	0,13 bB
	6	6,58 aB	7,01 aA	0,23 aA	0,12 bB
BM 3061	0	7,11 aA	7,09 aA	0,10 bA	0,10 bA
	3	6,66 bB	6,97 abA	0,16 bA	0,11 abB
	6	6,31 cB	6,85 bA	0,20 aA	0,14 aB
DOW 8003	0	7,04 aA	6,97 aA	0,10 cA	0,11 bA
	3	6,74 bA	6,87 abA	0,15 bA	0,12 bA
	6	6,01 cB	6,71 bA	0,28 aA	0,18 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si (dentro do mesmo parâmetro) pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Dentro da condição ambiente os grãos do híbrido DOW 8003 apresentaram acidez titulável crescente com o tempo de armazenamento. Já para o híbrido BM 3061, esse acréscimo somente foi observado no 6º dia. Na condição de refrigeração os grãos do híbrido BM 3061 apresentaram acidificação crescente. A diferença na acidez para o híbrido DOW 8003 só foi observada no 6º dia. O híbrido AG apresentou valores menores de acidez a partir do terceiro dia.

Considerando-se as condições de armazenamento, para os três grãos híbridos o armazenamento refrigerado foi mais eficiente na conservação. Os híbridos AG 1051 e BM 3061 apresentaram na condição de refrigeração a partir do 3º dia menor acidez que na condição ambiente. Para o híbrido DOW 8003 essa diferença foi detectada somente no 6º dia.

4.2.1.5 Umidade

A umidade de um vegetal pode ser definida como a quantidade de água presente no mesmo em sua totalidade, sob diferentes formas (livre e ligada). A perda de água nos vegetais relaciona-se principalmente ao processo de transpiração, respiração e ao tempo de armazenamento e resulta em enrugamento, amolecimento dos tecidos e perda de brilho, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações. Também pode ocasionar alterações na cor e sabor dos mesmos (KADER, 1992).

O milho verde colhido é altamente perecível devido principalmente ao seu elevado teor de umidade, o que torna seu período de comercialização bastante restrito. No caso específico do milho, há que se considerar que a umidade é um importante fator na manutenção do milho no seu estágio verde. Cabe também ressaltar que as palhas apresentam boa proteção contra a perda de água durante o armazenamento das espigas (CALBO; MORETTI, 2003).

A Tabela 11 mostra o efeito da condição e do tempo de estocagem sobre a umidade dos grãos de milho dos diferentes híbridos.

Ao se considerar a condição de armazenamento, a refrigeração foi mais eficaz em manter os teores de umidade dos grãos de milho dos diferentes híbridos ao longo do tempo. O armazenamento nas condições de refrigeração afeta os híbridos de modos diferentes. Os grãos de milho do híbrido AG 1051 e DOW 8003 armazenados ao ambiente apresentaram teores de umidade inferiores aos grãos das espigas mantidas sob refrigeração após o sexto dia, enquanto que para o híbrido BM 3061 esta diferenciação de umidade ocorreu já a partir do terceiro dia.

Nas fotos das espigas armazenadas são visualizados os extremos de turgidez/murchamento dos grãos dentro de um mesmo lote. Na média dos teores de umidade dos grãos armazenados, entretanto, a variação não se mostrou acentuada para a condição de refrigeração.

Avaliando a perda de peso pós-colheita de espigas de milho verde dos híbridos AG 1051 e DINA 170 sob diferentes formas de acondicionamento, Braz et al. (2006) observaram que a refrigeração (5°C) foi um fator significativo na conservação das espigas e que, as espigas com palha do híbrido AG 1051 apresentaram perda de peso

de aproximadamente 10,0% após 7 dias de armazenamento a 5°C, e 22,0% após 6 dias no ambiente.

Tabela 11 - Teores médios de umidade (%) dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	Condição de armazenamento	
		Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	67,26 aA	66,54 aA
	3	60,16 bA	64,77 aA
	6	56,19 bB	62,89 aA
BM 3061	0	66,70 aA	67,13 aA
	3	63,42 aB	69,28 aA
	6	55,07 bB	70,54 aA
DOW 8003	0	70,33 aA	66,25 aA
	3	67,88 aA	67,31 aA
	6	53,46 bB	68,27 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O tempo de armazenamento não alterou significativamente a umidade dos grãos dos três híbridos armazenados sob refrigeração. Sob condições ambientes, o híbrido AG 1051 perdeu teores significativos de umidade a partir do 3º dia de estocagem, enquanto os demais híbridos a partir do 6º dia. O híbrido AG 1051 sob condições ambientes iniciou a perda de umidade mais rapidamente que os outros dois, entretanto, os maiores percentuais de perda após 6 dias de armazenamento foram das espigas do híbrido DOW. Pela aparência visual, as palhas dos híbridos BM 3061 e DOW 8003 apresentavam maior espessura que as do AG 1051, contudo, no híbrido DOW a maior espessura da palha não foi suficiente para impedir a perda de água pelos grãos.

Foi observada correspondência entre a perda de umidade e as perdas na porcentagem de massa somente na condição ambiente. Nesta condição para o híbrido

AG a maior queda de rendimento e também de umidade ocorreram no 3º dia, pois entre o 3º e 6º dias essas quedas praticamente se mantiveram. Para o híbrido DOW um maior decréscimo no rendimento e também na umidade foi observado no sexto dia. Sob refrigeração, os três híbridos apresentaram perdas percentuais de massa no tempo, porém no teor de umidade dos grãos não foi detectada diferença significativa. O híbrido BM chegou a apresentar as maiores quedas da porcentagem de massa nesta mesma condição.

4.2.1.6 Teores de amido e de carboidratos solúveis totais

Os teores médios de amido e carboidratos dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Teores médios de amido e de carboidratos solúveis totais dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função da condição de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	Amido (%)		Carboidratos solúveis (%)	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	12,62 bA	12,89 aA	0,82 aA	0,82 aA
	3	15,98 aA	14,26 aA	0,73 abA	0,74 aA
	6	17,98 aA	14,24 aB	0,58 bB	0,77 aA
BM 3061	0	11,72 bA	11,60 aA	0,79 aA	0,81 aA
	3	13,09 bA	11,43 aA	0,66 abB	0,82 aA
	6	15,96 aA	10,62 aB	0,55 bB	0,88 aA
DOW 8003	0	10,38 bA	12,34 aA	1,78 aA	1,50 aA
	3	11,43 bA	12,00 aA	0,82 bB	1,08 bA
	6	16,66 aA	11,29 aB	0,60 cB	0,78 cA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si (dentro do mesmo parâmetro) pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O teor de amido dos híbridos de milho não se alterou durante o período de armazenamento refrigerado, entretanto, dentro do armazenamento sob condições ambientes, os três híbridos tenderam a apresentar aumento da concentração de amido. Este aumento provavelmente decorre da perda significativa de umidade pelos grãos de milho armazenados sob condições ambientes, que concentra a matéria seca, entre eles o amido, principal componente.

A elevação de teores de amido nos grãos durante o armazenamento sob condições ambientes evidenciou a diferença entre as condições de armazenamento, manifestada significativamente no sexto dia.

A influência do resfriamento do ambiente de armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho verde foi estudada por Marcos et al. (1999), que verificaram que após dois dias o ambiente de armazenamento implicou em diferenças no teor de amido, indicando que alterou o metabolismo do milho verde. As médias dos teores de amido nos grãos foram de 15,9% para armazenamento ambiente (27°C) e 13,9% para armazenamento refrigerado (10°C). O mesmo autor recomenda o armazenamento refrigerado para redução do processo metabólico.

Ao se avaliar condição de armazenamento, no 3º dia, os grãos de milho dos híbridos BM e DOW no ambiente apresentaram menores porcentagens de carboidratos que os armazenados sob refrigeração. Já o milho AG apresentou a mesma diferença somente ao 6º dia. Os menores valores de carboidratos se devem, provavelmente ao fato de, na condição ambiente, o vegetal respirar mais, consumindo uma maior quantidade de substrato.

Considerando o comportamento dos híbridos durante o tempo de armazenamento sob condições ambientes, todos os grãos perderam carboidratos e sob condições refrigeradas, apenas os do híbrido DOW perdeu carboidratos solúveis. Os milhos AG 1051 e BM 3061 tenderam a apresentar teores mais estáveis no tempo durante a refrigeração.

Considerando que houve redução da umidade com o tempo de armazenamento para os grãos ao ambiente, deveria haver elevação dos teores de carboidratos, entretanto, estes teores foram reduzidos nesta condição. Possivelmente, estes

componentes tenham sido utilizados pelos microorganismos, o que pode ser comprovado pelo abaixamento do pH.

Sob refrigeração, os grãos não apresentaram variação de umidade no tempo, o teor de carboidratos também se manteve (menos para o híbrido DOW que teve teores reduzidos com o tempo) e o pH apresentou redução, porém menos intensa.

4.2.1.7 Fibras

Os teores de fibras solúveis e insolúveis dos milhos híbridos armazenados sob diferentes condições e tempos são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Teores médios de fibras solúveis e insolúveis dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	Fibras solúveis (%)		Fibras insolúveis (%)	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	0,22 bA	0,34 aA	2,29 bB	3,18 aA
	3	0,44 abA	0,29 aA	3,57 aA	2,45 aB
	6	0,51 aA	0,39 aA	3,42 aA	2,68 aA
BM 3061	0	0,37 aA	0,20 aA	2,32 bA	2,09 aA
	3	0,44 aA	0,28 aA	2,35 bA	2,09 aA
	6	0,55 aA	0,27 aB	3,59 aA	2,21 aB
DOW 8003	0	0,23 bA	0,30 aA	2,31 bA	2,38 aA
	3	0,32 abA	0,32 aA	2,40 bA	2,37 aA
	6	0,54 aA	0,45 aA	3,72 aA	2,36 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si (dentro do mesmo parâmetro) pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os teores crescentes de fibras solúveis, mais significativamente para os híbridos AG 1051 e DOW 8003, com o tempo de armazenamento sob condições ambientes

resultam, provavelmente da redução de umidade dos grãos nas mesmas condições. Sob refrigeração, assim como não houve variação para teor de umidade, não houve para fibras solúveis nos grãos.

Foi observado, contudo, que a condição de armazenamento não apresentou diferença entre si para nenhum híbrido ou tempo de estocagem, exceto para os grãos BM no 6º dia.

Assim como para fibras solúveis, o tempo de armazenamento ao ambiente aumentou o teor de fibras insolúveis para os três híbridos, o que sob refrigeração não foi observado.

O armazenamento ambiente apresentou comportamento diferenciado do refrigerado para os teores de fibras insolúveis dos híbridos BM 3061 e DOW 8003 somente no 6º dia. O híbrido AG 1051 apresentou diferença significativa no dia da colheita, evidenciando a heterogeneidade entre as espigas de um mesmo híbrido e no 3º dia, apresentando as espigas da condição ambiente maiores teores de fibras insolúveis que as refrigeradas.

4.2.1.8 Cor

Os valores médios de luminosidade dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento são apresentados na Tabela 14.

O híbrido de milho AG 1051, ao longo do período de armazenamento refrigerado e ambiente, apresentou aumento dos valores de luminosidade. Os maiores valores de L (grãos mais claros) para este híbrido podem evidenciar uma possível oxidação dos pigmentos amarelos dos grãos. Segundo Kader (1992) a perda de água nos vegetais relaciona-se também com alterações na cor causando perda de brilho nos mesmos.

Para os demais híbridos, o tempo e condição de armazenamento não alteraram significativamente os valores de L dos grãos de milho.

Tabela 14 - Luminosidade média dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	Condição de armazenamento	
		Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	70,24 bA	73,53 bA
	3	76,62 aA	80,46 aA
	6	76,87 aA	78,47 aA
BM 3061	0	71,52 aA	71,46 aA
	3	72,93 aA	72,97 aA
	6	71,37 aA	69,72 aA
DOW 8003	0	72,69 aA	74,04 aA
	3	70,83 aA	73,46 aA
	6	69,69 aA	72,69 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios de croma a^* e croma b^* para os diferentes híbridos estudados em função do tempo e condição de armazenamento são apresentados na Tabela 15.

A perda de umidade pelos grãos durante o armazenamento ambiente poderia ter concentrado a matéria seca dos grãos, podendo assim ter intensificado a cor dos mesmos. Entretanto, somente para o híbrido AG 1051 nesse armazenamento o efeito do tempo foi significativo, mostrando um crescente aumento no croma a^* .

De modo geral, para os três híbridos em ambas condições de armazenamento, pode-se observar valores indo do negativo para o positivo com o tempo de armazenamento, muito embora sempre próximos ao eixo central. Neste ponto todas as cores se misturam e tendem a uma coloração levemente marrom.

Os valores do croma b^* das espigas de milho apresentaram-se positivos, como esperado, tendendo ao amarelo. Para a produção da pamonha é utilizado milho verde que apresentem coloração amarela forte, pois está dará ao produto final a cor adequada e exigida pelo consumidor.

Ficou muito evidenciado a variação do croma b* para os grãos do híbrido AG com o tempo de armazenamento em ambas as condições. Este aumento de intensidade indica coloração amarela mais intensa. Os grãos deste híbrido, na condição ambiente foram os que mais perderam umidade.

Tabela 15 - Valores médios de croma a* e croma b* dos grãos de milho dos diferentes híbridos em função do tempo e condição de armazenamento

Híbrido	Tempo (dias)	Croma a*		Croma b*	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	-0,74 bA	-1,24 aA	32,57 bA	34,47 bA
	3	1,77 abA	-0,99 aA	55,02 aA	51,02 aA
	6	2,32 aA	0,91 aA	56,28 aA	51,72 aA
BM 3061	0	-0,61 aA	-0,32 aA	30,47 aA	31,90 aA
	3	0,41 aA	0,67 aA	33,60 aA	32,50 aA
	6	1,04 aA	-0,15 aA	34,37 aA	29,95 aA
DOW 8003	0	-0,29 aA	-1,38 aA	33,82 aA	33,68 aA
	3	0,02 aA	-0,39 aA	34,35 aA	34,45 aA
	6	2,22 aA	0,44 aA	35,66 aA	35,45 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si (dentro do mesmo parâmetro) pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4.2.1.9 Propriedades de pasta da polpa

Os valores médios dos pontos críticos de viscosidade do híbrido AG 1051 em função da condição de armazenamento nos três períodos estudados são apresentados na Tabela 16.

A temperatura de pasta não apresentou modificação significativa nas diferentes condições de armazenamento dentro de cada dia estudado. A maioria das propriedades de viscosidade da polpa do híbrido estudado, entretanto, apresentou diferenças. A condição ambiente geralmente promoveu valores inferiores aos da condição

refrigerada. Este foi o caso, por exemplo, da tendência à retrogradação das amostras do milho armazenado na condição ambiente. Estes menores valores justificariam a formação de géis menos firmes e menor sinérese quando frios.

Tabela 16 - Valores médios dos pontos críticos de viscosidade do híbrido AG 1051 em função do tempo e condição de armazenamento

Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	3	6
Viscosidade máxima (RVU)			
Ambiente	212 aB	397 aA	206 bB
Refrigerada	318 aA	404 aA	420 aA
Quebra na viscosidade (RVU)			
Ambiente	113 aA	113 bA	145 aA
Refrigerada	162 aA	237 aA	196 aA
Viscosidade Final (RVU)			
Ambiente	202 bB	555 aA	122 bB
Refrigerada	380 aA	348 bA	477 aA
Tendência retrogradação (RVU)			
Ambiente	103 bB	271 aA	61 bB
Refrigerada	224 aA	181 aA	253 aA
Temperatura de pasta (°C)			
Ambiente	78,6 aA	79,1 aA	77,9 aA
Refrigerada	79,6 aA	76,7 aB	77,8 aAB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O tempo de armazenamento alterou algumas das características de viscosidade da polpa de milhos armazenados na condição ambiente, principalmente no terceiro dia, onde as amostras apresentaram valores maiores que nos outros dias. Esta alteração poderia ser justificada pelo aumento da concentração de matéria seca nos grãos caso no 6º dia este acréscimo de valores se mantivesse ou aumentasse ainda mais em função da maior concentração de matéria seca.

O híbrido armazenado sob refrigeração não apresentou modificação significativa das propriedades de pasta com o tempo, exceto para temperatura de pasta, que foi mais baixa no terceiro dia de armazenamento.

O híbrido BM 3061, avaliando-se pela Tabela 17, mostrou comportamento uniforme para propriedades de pasta nas variadas condições e tempos de

armazenamento, ou seja, nem a condição e nem o período de armazenamento alteram significativamente os valores mostrados no produto recém colhido.

Tabela 17 - Valores médios dos pontos críticos de viscosidade do híbrido BM 3061 em função do tempo e condição de armazenamento

Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	3	6
Viscosidade máxima (RVU)			
Ambiente	226 aA	278 aA	295 aA
Refrigerada	178 aA	257 aA	188 aA
Quebra na viscosidade (RVU)			
Ambiente	71 aA	121 aA	150 aA
Refrigerada	52 aA	120 aA	86 aA
Viscosidade final (RVU)			
Ambiente	267 aA	298 aA	264 aA
Refrigerada	204 aA	250 aA	169 aA
Tendência retrogradação (RVU)			
Ambiente	109 aA	141 aA	119 aA
Refrigerada	79 aA	113 aA	67 aA
Temperatura de pasta (°C)			
Ambiente	79,5 aA	79,3 aA	79,7 aA
Refrigerada	79,6 aA	78,3 aA	78,7 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios dos pontos críticos de viscosidade do híbrido DOW 8003 em função da condição de armazenamento nos diferentes períodos são apresentados na Tabela 18.

Avaliando-se as condições de armazenamento, observa-se que no 3º dia foram significativas as variações da viscosidade máxima, quebra de viscosidade e viscosidade final das polpas dos grãos de milho, sendo a condição de refrigeração a responsável pelos maiores valores observados. Ao 6º dia somente a quebra de viscosidade diferiu para condição de armazenamento, sendo observado menor valor para a condição de refrigeração, ou seja, esta amostra mostrou-se mais estável com o cisalhamento a quente das pastas.

O tempo de armazenamento alterou a maioria das características de viscosidade da polpa das espigas armazenadas na condição ambiente, não sendo observado,

entretanto, uma tendência definida de variação. Na condição de refrigeração menos parâmetros (quebra e temperatura de pasta) apresentaram alteração no tempo.

Tabela 18 - Valores médios dos pontos críticos de viscosidade do híbrido DOW 8003 em função do tempo e condição de armazenamento

Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	3	6
Viscosidade máxima (RVU)			
Ambiente	269 aA	77 bB	288 aA
Refrigerada	358 aA	241 aA	197 aA
Quebra na viscosidade (RVU)			
Ambiente	121 aA	28 bB	161 aA
Refrigerada	183 aA	121 aAB	61 bB
Viscosidade final (RVU)			
Ambiente	269 aA	101 bB	228 aA
Refrigerada	342 aA	215 aA	275 aA
Tendência retrogradação (RVU)			
Ambiente	121 aA	53 aB	101 aAB
Refrigerada	166 aA	95 aA	138 aA
Temperatura de pasta (°C)			
Ambiente	76,9 aB	79,8 aA	77,5 aAB
Refrigerada	76,7 aB	77,5 aAB	80,0 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4.2.2 Avaliação das pamonhas processadas com as matérias-primas durante armazenamento

4.2.2.1 pH e acidez titulável

Os valores de pH e de acidez titulável das pamonhas em função dos híbridos utilizados e do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Valores médios de pH e de acidez titulável (mL de NaOH 0,1mol/L por 100g) das pamonhas dos diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tempo (dias)	pH		Acidez titulável	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	7,11 aA	7,13 aA	0,06 cA	0,06 cA
	3	6,64 bB	6,93 bA	0,10 bA	0,07 bB
	6	6,25 cB	6,69 cA	0,11 aA	0,09 aB
BM 3061	0	7,47 aA	7,48 aA	0,03 cA	0,03 bA
	3	6,90 bB	7,30 bA	0,06 bA	0,04 bB
	6	6,52 cB	7,03 cA	0,09 aA	0,06 aB
DOW 8003	0	7,22 aA	7,26 aA	0,04 cA	0,04 bA
	3	6,73 bB	7,18 bA	0,07 bA	0,05 aB
	6	6,38 cB	7,08 cA	0,10 aA	0,05 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (dentro de cada parâmetro) e minúscula na coluna dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As pamonhas produzidas com matéria-prima mantida sob condições de refrigeração, assim como avaliado para grãos armazenados nesta condição, apresentaram aos 3 e 6 dias seus valores de pH sempre superiores às pamonhas obtidas com matérias-primas mantidas sob condições ambientes. Houve correspondência entre o comportamento de pH e de acidez titulável das amostras.

A variação de pH no tempo de armazenamento dentro de condições ambientes e refrigeradas mostrou decréscimo crescente de valores, mais acentuados para a condição ambiente. Este desenvolvimento de acidez pode decorrer de processos fermentativos ou da formação de compostos intermediários de outras reações químicas no vegetal. De um modo geral, o que foi constatado na matéria-prima para este parâmetro afetou também o produto final.

4.2.2.2 Umidade

O período e condição de armazenamento dos híbridos não afetaram de modo significativo o teor de umidade das pamonhas (Tabela 20).

Tabela 20 - Teores médios de umidade das pamonhas dos diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tempo (dias)	Condição de armazenamento	
		Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	63,51 aA	63,65 aA
	3	63,73 aA	64,10 aA
	6	63,43 aA	63,82 aA
BM 3061	0	63,86 aA	63,99 aA
	3	65,08 aA	63,91 aA
	6	64,83 aA	64,70 aA
DOW 8003	0	66,14 aA	65,62 aA
	3	63,27 bA	64,30 aA
	6	65,50 aA	64,84 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

No armazenamento da matéria prima sob condições ambientes foram observados decréscimos significativos na umidade nos grãos, entretanto, isto não afetou significativamente os teores de umidade das pamonhas produzidas com estas matérias-primas. Isto pode decorrer do fato que elevada quantidade de água (1:1 em polpa/água) é adicionada na formulação deste produto e ainda, durante a etapa de cocção pode ocorrer entrada de certa quantidade de água para o interior do produto. Este tipo de alteração na matéria-prima armazenada, portanto, não afeta a qualidade do produto final quanto ao teor de umidade do mesmo e quanto aos parâmetros que são influenciados por este teor, como textura, aspecto geral e outros.

4.2.2.3 Teores de amido e de carboidratos solúveis totais

Os teores médios de amido e de carboidratos solúveis totais das pamonhas obtidas com os diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento da matéria-prima são mostrados na Tabela 21.

Tabela 21 - Teores médios de amido (%) e de carboidratos solúveis totais (%) das pamonhas dos diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tempo (dias)	Amido		Carboidratos solúveis	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	4,31 bB	6,55 bA	18,94 aA	18,86 aA
	3	6,43 aA	6,19 bA	17,66 bA	17,89 abA
	6	6,58 aB	7,02 aA	17,04 bA	17,19 bA
BM 3061	0	5,04 aA	4,96 aA	22,18 aA	21,38 aA
	3	5,02 aA	4,80 aA	20,96 abA	19,22 bB
	6	4,72 aA	4,39 aA	20,58 bA	19,19 bB
DOW 8003	0	5,26 aA	4,99 aA	23,64 aA	19,87 aB
	3	4,42 bA	4,70 aA	20,44 cA	20,68 aA
	6	4,40 bB	5,07 aA	21,93 bA	19,76 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (dentro de cada parâmetro) e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As pamonhas elaboradas com os híbridos estudados apresentaram teores de amido inferiores ao observado por Leme et al. (2004) para pamonha elaborada com o híbrido AG 4051 recém-colhido, que foi de 11%.

As pamonhas apresentaram teores de amido que se elevaram durante o armazenamento em ambas as condições quando elaboradas com o híbrido AG. Na condição ambiente, os grãos AG também haviam concentrado o amido devido à perda de umidade durante o armazenamento. Já as pamonhas dos demais híbridos não

apresentaram variação deste componente com o decorrer do tempo de armazenamento da matéria prima em ambas as condições (BM) ou só na refrigeração (DOW). Pamonhas do híbrido DOW apresentaram diminuição destes teores com o tempo de estocagem (ambiente).

A quantidade de amido presente em um sistema alimentício é um dos fatores responsáveis pela firmeza do produto. Uma maior concentração deste polissacarídeo aumenta a viscosidade do produto e a possibilidade de formar géis mais firmes.

O teor de carboidratos solúveis totais nas pamonhas refere-se aos açúcares da matéria-prima somados à sacarose adicionada na formulação.

As pamonhas obtidas com os diversos híbridos e condições de armazenamento tenderam a apresentar teores de carboidratos decrescentes com o tempo, exceção feita ao híbrido DOW sob refrigeração. Esses produtos tenderam a apresentar também decréscimo de pH conforme aumentou o tempo de armazenamento da matéria-prima. Provavelmente o açúcar tenha sido utilizado e ácidos orgânicos produzidos. Esse comportamento já havia sido reportado para os grãos híbridos armazenados.

Pamonhas dos híbridos BM e DOW mostraram comportamento diferenciado nos diferentes modos de armazenamento da matéria-prima, na condição ambiente apresentando geralmente os valores mais elevados de carboidratos que os da refrigeração.

4.2.2.4 Fibras

Há bastante variação quanto à proporção de fibras solúveis e insolúveis entre os diferentes cereais e mesmo entre variedades diferentes de um mesmo cereal (MENEZES; CARUSO; LAJOLO, 2001 e SANGRONIS; REBOLLEDO, 1993).

As fibras solúveis e insolúveis podem contribuir, assim como o amido, com a textura característica da pamonha. Pamonhas com alto teor de amido e fibras se apresentam mais firmes e fibrosas e vice e versa.

A pamonha é produzida com a polpa do grão integral do milho peneirado em malha de abertura 6 *mesh*, o que permite a passagem de parte do material fibroso. Há

que se esperar, portanto, que os teores de fibra total encontrado na pamonha sejam elevados.

Os teores de fibra solúvel e insolúvel das pamonhas em função do tempo de armazenamento da matéria-prima mantida na condição ambiente e refrigerada são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Teores médios (%) de fibras solúveis e insolúveis das pamonhas dos diferentes híbridos em função da condição e tempo de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tempo (dias)	Fibra solúvel		Fibra insolúvel	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	1,11 aA	0,88 aA	1,33 aA	1,50 aA
	3	0,95 aA	0,88 aA	1,38 aA	1,35 aA
	6	0,85 aA	1,04 aA	1,79 aA	1,59 aA
BM 3061	0	0,78 aA	0,91 aA	0,96 aA	1,26 aA
	3	0,86 aA	0,58 aA	1,25 aA	1,56 aA
	6	0,71 aA	0,86 aA	1,36 aA	1,34 aA
DOW 8003	0	0,22 aA	0,35 aA	1,47 aA	1,43 aA
	3	0,41 aA	0,56 aA	1,24 aA	1,20 aA
	6	0,61 aA	0,49 aA	1,07 aA	1,42 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (dentro de cada parâmetro) e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As condições e tempos de armazenamento da matéria-prima não afetaram significativamente os teores de fibras solúveis e insolúveis das pamonhas de nenhum dos híbridos.

Segundo Callegaro et al. (2005) os produtos a base de milho podem contribuir significativamente para o aporte de fibra na dieta. De um modo geral, do teor de fibra total encontrado nas pamonhas, assim como na matéria-prima, a grande porcentagem se deve às fibras insolúveis e, em menor proporção, as fibras solúveis. Estes resultados

estão de acordo com os de Blanco-Metzler, Montero-Campos e Fernandez-Piedra (2000), que encontraram predominância da fração insolúvel em produtos a base de milho.

4.2.2.5 Textura das pamonhas

Os perfis de textura das pamonhas produzidas com a matéria-prima armazenada em diferentes tempos e condições podem ser avaliados pelas Figuras 10, 11 e 12 e Tabelas 23, 24 e 25.

Os perfis evidenciam alterações diferenciadas nas pamonhas para condição e tempo de armazenamento do milho no caso dos três híbridos, para alguns mais, para outros menos intensas.

Figura 10 - Curva de APT (análise do perfil de textura) das pamonhas produzidas com o híbrido AG 1051 armazenado sob diferentes condições. A) ambiente e B) refrigerado

Figura 11 - Curva de APT (análise do perfil de textura) das pamonhas produzidas com o híbrido BM 3061 armazenado sob diferentes condições. A) ambiente e B) refrigerado

Figura 12 - Curva de APT (análise do perfil de textura) das pamonhas produzidas com o híbrido DOW 8003 armazenado sob diferentes condições. A) ambiente e B) refrigerado

Tabela 23 - Parâmetros de textura das pamonhas produzidas com o híbrido AG 1051 armazenado sob diferentes condições e tempos

Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	3	6
Firmeza (N)			
Ambiente	1212 aAB	1423 aA	900 bB
Refrigerada	1056 aB	1045 bB	1532 aA
Elasticidade			
Ambiente	0,84 aA	0,85 aA	0,84 aA
Refrigerada	0,75 aA	0,77 aA	0,83 aA
Adesividade (Ns)			
Ambiente	-86 aA	-426 aA	-136 aA
Refrigerada	-140 aA	-7 bA	-26 aA
Coesividade			
Ambiente	0,61 aA	0,58 aA	0,54 aA
Refrigerada	0,63 aA	0,59 aA	0,59 aA
Gomosidade (N)			
Ambiente	757 aAB	826 aA	485 bB
Refrigerada	665 aA	622 aA	908 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 24 - Parâmetros de textura das pamonhas produzidas com o híbrido BM 3061 armazenado sob diferentes condições e tempos

Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	3	6
Firmeza (N)			
Ambiente	745 aB	1381 aA	1043 bAB
Refrigerada	863 aB	1043 aB	1694 aA
Elasticidade			
Ambiente	0,86 aA	0,88 aA	0,91 aA
Refrigerada	0,89 aA	0,86 aA	0,89 aA
Adesividade (Ns)			
Ambiente	-4 aB	-130 aAB	-195 aA
Refrigerada	-8 aA	-2 aA	-7 bA
Coesividade			
Ambiente	0,70 aA	0,61 aA	0,57 aA
Refrigerada	0,72 aA	0,65 aA	0,63 aA
Gomosidade (N)			
Ambiente	524 aA	820 aA	596 bA
Refrigerada	623 aB	671 aB	1083 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 25 - Parâmetros de textura das pamonhas produzidas com o híbrido DOW 8003 armazenado sob diferentes condições e tempos

Condição de armazenamento	Tempo de armazenamento (dias)		
	0	3	6
Firmeza (N)			
Ambiente	1744 aA	899 aB	669 aB
Refrigerada	1423 aA	967 aA	964 aA
Elasticidade			
Ambiente	0,83 aA	0,75 aA	0,84 aA
Refrigerada	0,82 aA	0,77 aA	0,83 aA
Adesividade (Ns)			
Ambiente	-20 aA	-45 aA	-220 aA
Refrigerada	-9 aA	-40 aA	-74 aA
Coesividade			
Ambiente	0,67 aA	0,62 aA	0,58 aA
Refrigerada	0,65 aA	0,64 aA	0,64 aA
Gomosidade (N)			
Ambiente	1195 aA	561 aB	394 aB
Refrigerada	932 aA	624 aAB	604 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os parâmetros elasticidade e coesividade das pamonhas não apresentaram alteração significativa para os três híbridos armazenados em diferentes condições e tempos de armazenamento.

A adesividade das pamonhas dos três híbridos mostrou variação ampla de valores. Uma maior variabilidade também aconteceu para outros parâmetros de textura como a gomosidade, apesar do número de repetições efetuadas. Esta avaliação instrumental de textura evidencia certa desuniformidade do produto principalmente na superfície do mesmo, onde as medidas são tomadas. O produto pode apresentar fases distintas em função de suas características como tipo de embalagem e de cocção. A cocção favorece uma distribuição desuniforme das fibras e amido no interior da embalagem e a penetração de água no interior do produto.

A firmeza do produto dos híbridos AG 1051 (condição de refrigeração) e BM 3061 (ambas as condições) aumentou durante o tempo de armazenamento dos mesmos. Considerando que houve elevação do teor de amido nas pamonhas com matérias primas AG ao longo do tempo de armazenamento sob ambas as condições, esta variação pode justificar o aumento de firmeza. Contudo, não explica a elevação de

firmeza do híbrido BM, o qual não apresentou aumento de teores de amido com o tempo. O teor de umidade e de fibras (solúveis e insolúveis) também não variou nas pamonhas dos diferentes híbridos com a condição e tempo de armazenamento. O teor de carboidratos solúveis totais das pamonhas, que também podem interferir no processo de gelificação do amido, no geral, foi reduzido com o tempo de armazenamento dos três híbridos.

Verbeken et al. (2004) citam que uma mudança na quantidade de água ou açúcar no produto pode afetar a quantidade de água disponível e assim ter efeito nas propriedades texturais do produto.

O efeito da variação de firmeza desse tipo de produto pode ser resultante da atuação conjunta de diversos fatores. Diferenças na textura também podem existir em função da composição macromolecular do amido, onde maiores teores de amilose no amido dos diferentes híbridos poderiam aumentar a firmeza do produto final, como discutido no item 4.1.4.

Características como a tendência à retrogradação dos amidos também podem evidenciar a tendência dos produtos ao endurecimento. Este parâmetro, contudo, não justifica o ocorrido para firmeza dos produtos, pois se forem tomados como base apenas os três híbridos sob condição de refrigeração, a tendência à recristalização das moléculas desses amidos não variou significativamente.

O produto elaborado com o híbrido DOW 8003 armazenado na condição ambiente apresentou perda de firmeza com o tempo de armazenamento, diferindo da matéria-prima armazenada sob refrigeração, que manteve estável a firmeza de seus respectivos produtos. Tais alterações correspondem, em parte, à composição em amido, uma vez que este híbrido na condição ambiente proporcionou pamonhas com menores teores de amido no tempo de armazenamento e os armazenados sob refrigeração se manteve estável.

Quanto ao parâmetro gomosidade, considerando-se o tempo, em ambas condições de armazenamento da matéria-prima, para o híbrido DOW 8003 foram obtidas pamonhas com menor gomosidade no tempo. O aumento do tempo de armazenamento sob refrigeração dos híbridos AG 1051 e BM 3061 proporcionou produtos com tendência definida de elevação de gomosidade.

4.2.2.6 Cor

Tanto o tempo quanto a condição de armazenamento das espigas não alteraram significativamente os parâmetros de cor estudados, tanto nas espigas quanto nas pamonhas provenientes das mesmas.

A menor luminosidade das pamonhas dos híbridos AG e BM no 3º dia da condição refrigerada poderiam ser explicadas pelas diferenças de tipo e condições de armazenamento da matéria-prima que concentram o teor de matéria seca podendo escurecer o produto, se elas se mantivessem baixas ou decrescessem ainda mais no sexto dia (Tabela 26).

Tabela 26 - Luminosidade média das pamonhas em função do tempo de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tempo (dias)	Condição de armazenamento	
		Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	59,51bA	60,01 aA
	3	66,54 aA	61,73 aB
	6	63,80 aA	62,37 aA
BM 3061	0	56,69 aA	56,73 aA
	3	59,35 aA	55,29 aB
	6	60,37 aA	58,70 aA
DOW 8003	0	53,77 aA	54,47 aA
	3	56,66 aA	54,18 aA
	6	57,21 aA	55,25 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As médias dos valores de croma a^* e b^* das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento do milho são apresentados na Tabela 27.

Os valores do croma a^* das pamonhas obtidas com milho armazenado durante todo o período e nas duas condições de armazenamento foram negativos e, como já discutido durante a caracterização da cor das pamonhas (item 4.1.4), os valores tendem

mais para coloração verde se comparado com os valores encontrados para os grãos, que tendiam ao marrom.

Apesar do híbrido AG 1051 apresentar coloração dos grãos de milho amarelo mais intensa (croma b*) com o tempo de armazenamento, nas pamonhas obtidas deste híbrido não foi observada esta diferença.

Tabela 27 - Croma a* médio e croma b* médio das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tempo (dias)	Croma a*		Croma b*	
		Ambiente	Refrigerada	Ambiente	Refrigerada
AG 1051	0	-5,17 aA	-5,15 aA	29,79 aA	29,35 aA
	3	-4,74 aA	-5,28 aA	33,26 aA	32,56 aA
	6	-4,87 aA	-4,46 aA	33,08 aA	34,76 aA
BM 3061	0	-5,03 aA	-5,03 aA	21,23 aA	19,79 aA
	3	-4,51 aA	-4,68 aA	21,99 aA	20,24 aA
	6	-4,72 aA	-5,08 aA	23,84 aA	21,25 aA
DOW 8003	0	-4,66 aA	-4,60 aA	25,27 aA	25,37 aA
	3	-4,27 aA	-4,89 aA	26,34 aA	24,47 aA
	6	-3,69 aA	-4,11 aA	25,89 aA	25,40 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (dentro de cada parâmetro) e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

4.2.2.7 Análise microbiológica

As contagens de microrganismos nas pamonhas dos três híbridos estudados foram, em sua maioria, menor que $1,0 \times 10$ para Coliformes fecais, *Staphylococcus* coagulase positivo (ECP) e *B. cereus*. As exceções foram as pamonhas do híbrido AG 1051, que apresentaram contagem de $1,0 \times 10$ para *B. cereus* no dia 6 e as pamonhas do híbrido DOW 8003 no dia 3, que apresentou contagem de $1,9 \times 10$ para ECP.

Para *Salmonella* foi detectada ausência em 25g de alimento em todas as amostras confirmando as boas práticas utilizadas durante o processamento.

Constatou-se que as condições de higiene utilizadas para a manipulação do produto durante o processamento (binômios concentração/ tempo do sanitizante utilizado para higienização da matéria-prima e embalagem, tempo/ temperatura de cocção da pamonha, higiene dos equipamentos e manipuladores) e posteriormente, durante o armazenamento do milho, provavelmente elevando a carga microbiana inicial para o processamento térmico foram eficientes para a manutenção da contagem microbiana em níveis extremamente baixos.

4.2.2.8 Análise sensorial

4.2.2.8.1 Aparência

Os provadores detectaram poucas alterações de cor amarela nas amostras de pamonha dos três híbridos ao se comparar as diferentes condições (Tabela 28). No dia zero as diferenças entre as pamonhas mostraram certa heterogeneidade dentro do próprio híbrido ou decorrente de mudanças não intencionais do processamento. No 3º dia foi detectada diferença na intensidade da cor amarela somente para o híbrido AG 1051, sendo as espigas armazenadas na condição ambiente as de amarelo mais intenso.

O tempo de armazenamento das espigas de milho tendeu a aumentar a intensidade da cor amarela de seus produtos em alguns dos tratamentos, o que é desejável, porém pelo teste instrumental de cor (croma b^*) não foi observada esta diferença nas pamonhas dos três híbridos.

No geral, as notas atribuídas ficaram acima da média (5,0) tendendo para o amarelo mais escuro, que é a cor característica e apreciada pelo consumidor deste produto.

Tabela 28 - Médias das notas atribuídas para cor amarela das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	5,6 aB	8,1 aA	6,1 aB
	Refrigerado	5,7 aC	7,3 bA	6,4 aB
BM 3061	Ambiente	6,5 aA	6,0 aA	6,0 aA
	Refrigerado	5,3 bB	6,0 aAB	6,0 aA
DOW 8003	Ambiente	6,0 bA	5,9 aA	6,4 aA
	Refrigerado	6,6 aA	5,6 aB	6,8 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As médias das notas atribuídas para a aparência de produto consistente em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 29.

No geral as notas de aparência referentes à consistência do produto foram altas. Esta análise confirma a alta firmeza revelada pelo texturômetro para as pamonhas dos três híbridos.

As pamonhas obtidas da matéria-prima da condição ambiente receberam notas menores que as produzidas com espigas armazenadas sob refrigeração para os híbridos BM e DOW.

Com o decorrer do período de armazenamento da matéria-prima dos três híbridos as pamonhas produzidas apresentaram-se, de modo geral, mais consistentes. As amostras dos híbridos DOW e BM (ambiente) no 6º dia apresentaram-se menos consistentes que as do dia zero.

Tabela 29 - Médias das notas atribuídas para aparência consistente das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	6,8 aB	8,1 aA	8,2 aA
	Refrigerado	6,7 aC	7,5 aB	8,2 aA
BM 3061	Ambiente	7,0 aB	7,7 aA	6,7 bB
	Refrigerado	6,9 aB	7,7 aA	7,8 aA
DOW 8003	Ambiente	6,1 aB	6,7 bA	4,9 bC
	Refrigerado	6,6 aB	7,6 aA	7,0 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O período de armazenamento e a condição de refrigeração do milho verde foram responsáveis por aumentar as notas de aparência consistente da pamonha o que, de certa forma é desejável, pois significa que o produto apresentou forma definida, sem separação de fases. Entretanto, há que se considerar que um produto muito consistente, com elevada tendência a retrogradação pode levar a sinérese durante o armazenamento, principalmente se as pamonhas forem armazenadas sob refrigeração para comercialização.

4.2.2.8.2 Odor

As médias das notas atribuídas para odor cozido das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 30.

Tabela 30 - Médias das notas atribuídas para odor cozido das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	7,2 bA	6,6 bA	6,7 aA
	Refrigerado	7,9 aA	7,9 aA	7,3 aB
BM 3061	Ambiente	7,5 aA	7,6 aA	6,6 aB
	Refrigerado	7,1 aAB	7,5 aA	6,8 aB
DOW 8003	Ambiente	4,9 bC	7,1 aA	5,8 bB
	Refrigerado	5,9 aC	7,5 aA	6,6 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A condição de armazenamento da matéria-prima teve influência nas pamonhas dos híbridos AG 1051 e DOW 8003, sendo a condição ambiente a responsável pelos menores valores de odor cozido, ou seja, os provadores detectaram menos intensidade de odor de cozido.

Para o híbrido BM 3061 não foi detectada diferença significativa entre armazenamento refrigerado ou ambiente, ou seja, a variação de notas foi uniforme, independentemente da condição.

Quanto ao tempo de armazenamento, as pamonhas dos híbridos apresentaram diminuição significativa do odor cozido no 6º dia sob refrigeração (AG e DOW) e no ambiente (BM e DOW). O que pode ter ocorrido é que com o armazenamento, principalmente na condição ambiente, o odor de milho verde se intensifica, ficando mais forte. O provador confunde então odor forte de milho com odor de milho cru.

Não foi observada pelos provadores diferença significativa entre as notas médias de odor fermentado da pamonha elaborada com híbridos sob diferentes condições de armazenamento em cada tempo estudado (Tabela 31).

Tabela 31 - Médias das notas atribuídas para odor fermentado das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	0,7 aA	0,7 aA	1,3 aA
	Refrigerado	0,6 aB	0,3 aB	1,2 aA
BM 3061	Ambiente	0,4 aA	0,0 aA	0,4 aA
	Refrigerado	0,2 aA	0,0 aA	0,4 aA
DOW 8003	Ambiente	0,7 aA	1,0 aA	1,2 aA
	Refrigerado	0,3 aB	1,3 aA	0,8 aAB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As notas de odor fermentado nas pamonhas foram variáveis de 0,0 a 1,3, podendo ser baixas, mas perceptíveis. Os provadores detectaram aumento do odor de fermentado das pamonhas dos híbridos DOW 8003 e AG 1051 sob refrigeração, respectivamente no 3º e 6º dia de armazenamento.

O desenvolvimento de acidez (abaixamento do pH) evidenciado nas pamonhas de híbridos armazenados principalmente ao ambiente, mas também sob refrigeração, foi mais perceptível sensorialmente para a condição de refrigeração.

4.2.2.8.3 Sabor

As diferenças detectadas entre as pamonhas de um mesmo híbrido no dia da colheita (zero) são explicadas pela heterogeneidade observada dentro de lotes.

Comparando-se os dados da Tabela 32, somente as pamonhas do híbrido AG 1051 mantido ao ambiente foram significativamente menos doces que as elaboradas com o milho sob refrigeração.

Tabela 32 - Médias das notas atribuídas ao parâmetro sabor doce das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	4,4 bB	5,5 bA	5,9 bA
	Refrigerado	6,3 aB	7,6 aA	6,8 aB
BM 3061	Ambiente	5,5 bA	5,6 aA	6,0 aA
	Refrigerado	5,9 aA	5,9 aA	5,7 aA
DOW 8003	Ambiente	5,9 aA	5,8 aA	5,7 aA
	Refrigerado	5,2 bB	6,2 aA	5,6 aAB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao tempo de armazenamento da matéria-prima, as notas de sabor doce das pamonhas do híbrido AG 1051 e DOW 8003 armazenados sob refrigeração aumentaram no 3º dia, voltando a diminuir ou manter a doçura após o sexto dia. Sob condições ambientes o híbrido AG tendeu a apresentar notas maiores com o tempo.

O decréscimo dos teores de carboidratos das pamonhas com o tempo de armazenamento da matéria-prima não foi percebido sensorialmente.

As diferenças observadas pelos provadores no sabor doce das pamonhas se devem mais ao fato de ocorrer entrada de água dentro da pamonha durante o cozimento e esta diluir o produto alterando o seu teor de açúcar, do que as possíveis alterações no teor de açúcar que possam ocorrer na matéria-prima durante os diferentes tempos e temperaturas de armazenamento das mesmas.

As médias das notas atribuídas as pamonhas quanto ao sabor de cozido são apresentadas na Tabela 33.

Tabela 33 - Médias das notas atribuídas para sabor cozido das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	5,8 bA	5,7 bA	4,0 bB
	Refrigerado	7,0 aA	7,4 aA	6,1 aB
BM 3061	Ambiente	5,9 bB	6,0 bB	6,9 aA
	Refrigerado	6,6 aB	7,5 aA	6,2 bB
DOW 8003	Ambiente	6,0 aA	6,1 aA	5,8 bA
	Refrigerado	5,6 aB	6,7 aA	6,6 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Para a maioria dos híbridos as pamonhas produzidas com matéria-prima armazenada na temperatura ambiente apresentaram notas mais baixas que as mantidas sob refrigeração.

O armazenamento da matéria-prima interferiu no sabor cozido das pamonhas dos diferentes híbridos, entretanto, sem uma tendência definida no tempo.

As médias das notas atribuídas para sabor fermentado das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 34.

As diferenças observadas nas pamonhas entre as temperaturas de armazenamento para híbridos no dia zero se devem à grande variabilidade encontrada entre os produtos de um mesmo híbrido.

Após o dia zero, a influência da condição de armazenamento do milho só foi significativa no sexto dia, sendo a estocagem ao ambiente responsável pelos maiores notas de sabor fermentado nas pamonhas do híbrido BM e a refrigeração no caso do híbrido DOW.

Tabela 34 - Médias das notas atribuídas para sabor fermentado das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	0,9 bB	1,3 aAB	1,7 aA
	Refrigerado	1,7 aA	0,8 aB	1,1 aAB
BM 3061	Ambiente	0,2 aA	0,0 aA	0,4 bA
	Refrigerado	0,4 aB	0,0 aB	1,3 aA
DOW 8003	Ambiente	1,2 aA	1,4 aA	1,4 aA
	Refrigerado	0,5 bB	1,6 aA	0,2 bB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O tempo de armazenamento em alguns casos elevou as notas de sabor de fermentado para produtos dos híbridos AG ao ambiente e BM sob refrigeração.

As notas de sabor fermentado (0 a 1,7), assim como para odor de fermentado, foram perceptíveis, mas não muito elevadas. Isto mostra que o processo fermentativo da matéria-prima nas condições do experimento refletiu no produto final. Os híbridos AG (ambiente) e BM (refrigerado) após 6 dias de armazenamento apresentaram aumento significativo do sabor de fermentado. Isto considerando que o processamento foi realizado mediante a aplicação das Boas Práticas de Processamento, não havendo interferência deste no desenvolvimento de acidez.

As médias das notas atribuídas para sabor fresco das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 35.

Tabela 35 - Médias das notas atribuídas para sabor fresco das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	5,7 bB	6,5 bA	3,1 bC
	Refrigerado	8,1 aA	8,2 aA	6,9 aB
BM 3061	Ambiente	6,7 bB	8,3 aA	8,4 aA
	Refrigerado	8,5 aA	8,4 aA	8,2 aA
DOW 8003	Ambiente	6,0 aB	7,9 aA	6,1 bB
	Refrigerado	6,7 aA	6,7 bA	7,4 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Não se observa correspondência (notas opostas) entre o comportamento de sabor fresco e o sabor fermentado das pamonhas elaboradas com híbridos armazenados em diferentes tempos e condições.

O efeito da temperatura de armazenamento do milho foi detectado pelos provadores para sabor fresco nas pamonhas do híbrido AG 1051, sendo a condição ambiente responsável pelas menores notas. O menor frescor observado nas pamonhas produzidas com a matéria-prima da condição ambiente talvez se deva ao fato de nesta condição o milho senescer mais rapidamente do que quando armazenada sob refrigeração, alterando seu sabor.

Os provadores observaram maior influência do período de armazenamento para o híbrido AG 1051, que no sexto dia apresentou pamonhas com nota muito baixa para sabor de fresco. Já para os híbridos BM 3061 e DOW 8003 os provadores quase não observaram alteração deste atributo, estando por vezes as pamonhas com maior sabor de fresco após o armazenamento da matéria-prima do que no dia zero.

No geral as notas atribuídas aos atributos de sabor (sabor doce, fresco, cozido e fermentado) foram melhores quando a matéria-prima utilizada foi armazenada sob refrigeração. Deve-se prestar atenção quanto à extensão do tempo de armazenamento do milho verde no que se refere ao sabor fresco e fermentado, pois existe uma tendência das pamonhas apresentarem maior sabor de fermentado e menor sabor de fresco com o período de armazenamento.

4.2.2.8.4 Textura

As médias das notas atribuídas para textura fibrosa das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 36.

Tabela 36 - Médias das notas de textura fibrosa das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	5,8 aB	4,7 bC	7,0 aA
	Refrigerado	4,9 bB	5,8 aA	5,9 bA
BM 3061	Ambiente	5,1 bB	5,9 aA	5,9 aA
	Refrigerado	5,8 aA	5,2 bA	5,6 aA
DOW 8003	Ambiente	6,6 aAB	6,1 aB	6,8 aA
	Refrigerado	5,7 bB	6,5 aA	5,7 bB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Quanto à condição de armazenamento da matéria-prima, as pamonhas produzidas com os híbridos estudados não apresentaram comportamento definido em cada um dos três tempos de armazenamento estudados.

A maioria dos tratamentos tendeu a elevar a fibrosidade das pamonhas dos três híbridos armazenados com o tempo.

Apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas nos teores de fibras nas pamonhas produzidas com matérias-primas ao longo do armazenamento, os provadores detectaram diferenças quanto à textura fibrosa dos produtos elaborados.

As médias das notas atribuídas para textura cremosa das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 37.

Tabela 37 - Médias das notas atribuídas para textura cremosa das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	3,5 bAB	3,7 bA	3,0 bB
	Refrigerado	4,8 aB	7,4 aA	4,8 aB
BM 3061	Ambiente	5,9 aA	4,6 aB	4,9 aB
	Refrigerado	5,8 aA	3,9 bC	4,8 aB
DOW 8003	Ambiente	5,8 aA	5,4 aAB	5,0 aB
	Refrigerado	4,9 bB	5,5 aA	4,9 aB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A diferença entre as condições de armazenamento da matéria-prima foi significativa para as pamonhas do híbrido AG 1051, que na condição ambiente apresentou produtos menos cremosos nos 3º e 6º dias de armazenamento estudados.

Uma maior cremosidade pode advir mais da entrada de água no interior da embalagem, o que dilui a massa destas pamonhas, do que da influência da condição de armazenamento da matéria-prima.

Com o tempo de armazenamento pode-se observar uma tendência de no 6º dia de armazenamento da matéria-prima as pamonhas produzidas se apresentarem menos

cremosas.

As médias das notas atribuídas para textura firme das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 38.

Tabela 38 - Médias das notas atribuídas para textura firme das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	5,82 aC	6,96 aB	8,30 aA
	Refrigerado	6,22 aA	5,51 bB	6,70 bA
BM 3061	Ambiente	7,53 aA	6,66 bB	6,83 aB
	Refrigerado	6,68 bB	7,51 aA	7,08 aA
DOW 8003	Ambiente	6,76 aA	6,58 aA	6,21 aA
	Refrigerado	6,60 aB	6,75 aB	7,59 bA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As pamonhas produzidas com a matéria-prima armazenada na condição ambiente dos híbridos AG (3º e 6º dias) e DOW (6º dia) apresentaram-se mais firmes que as amostras produzidas com o milho sob refrigeração. Para pamonhas do híbrido BM no 3º dia de armazenamento sob condição ambiente se apresentaram menos firmes que as da matéria-prima mantida na condição refrigerada.

Na maioria dos tratamentos o tempo de armazenamento do milho concorreu para um acréscimo na firmeza da pamonha dos três híbridos. Somente as pamonhas produzidas com o híbrido BM 3061 da condição ambiente tiveram sua firmeza diminuída com o período de armazenamento.

O aumento da firmeza das pamonhas, observado pelos provadores, pode ser explicado pelo fato da combinação tempo de armazenamento e condição ambiente

propiciarem maior perda de água pelos grãos que endurecem e quando passados pelo despulpador geram uma massa mais seca e mais concentrada em amido, resultando em pamonhas mais firmes.

Dentre os três atributos de textura estudados (textura fibrosa, cremosa e firme), pode-se observar que com o tempo de armazenamento da matéria-prima sob condição ambiente as pamonhas obtidas tenderam a se apresentar mais fibrosas e firmes e menos cremosas.

4.2.2.8.5 Impressão Global

As médias das notas atribuídas para impressão global das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima são apresentadas na Tabela 39.

Tabela 39 - Médias das notas atribuídas para impressão global das pamonhas em função do tempo e condição de armazenamento da matéria-prima

Híbrido	Tratamento	Tempo de armazenamento da matéria-prima (dias)		
		0	3	6
AG 1051	Ambiente	6,7 bA	4,3 bB	4,0 bB
	Refrigerado	8,2 aA	7,5 aB	6,9 aB
BM 3061	Ambiente	6,9 aB	7,7 aA	8,0 aA
	Refrigerado	7,4 aB	8,3 aA	7,7 aAB
DOW 8003	Ambiente	6,0 bB	8,0 aA	5,1 bC
	Refrigerado	6,9 aA	7,3 bA	6,8 aA

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada híbrido, não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Para os híbridos AG 1051 (3º e 6º dias) e DOW 8003 (6º dia) as pamonhas obtiveram as maiores notas de impressão global quando utilizada matéria-prima refrigerada.

O armazenamento da matéria-prima pelo período estudado alterou negativamente a impressão global do produto final, para o híbrido AG 1051 após o 3º e 6º dia de armazenamento e para o híbrido DOW 8003 após o 6º dia da condição ambiente. Já para o híbrido BM 3061 a impressão global do produto foi melhor no decorrer do período.

Quanto à impressão global do produto, o armazenamento refrigerado do milho verde se mostrou mais adequado, pois os provadores tenderam a atribuir as maiores notas para as pamonhas produzidas com estas matérias-primas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos híbridos de milho verde (AG 1051, BM 3061 e DOW 8003) e das pamonhas produzidas permitiu as seguintes considerações:

- Os grãos de milho dos híbridos apresentaram teores de umidade semelhantes (média de 67,36%), evidenciando que a definição do ponto de colheita com base na somatória de graus-dias permite a obtenção de uma matéria-prima uniforme quanto a este teor.
- Na composição dos grãos, os híbridos mostraram semelhanças também para o pH (média de 7,0) e teor de fibras solúveis (média de 0,27%). As cores dos grãos também foram semelhantes para todos os híbridos, apresentando luminosidade média de 72,23, croma a^* médio de -0,76, próximos do eixo onde as cores se misturam tendendo para o marrom e croma b^* médio de 32,82, correspondendo ao amarelo intenso.
- Na composição, o híbrido AG 1051 se diferenciou apenas do híbrido DOW 8003 pelo maior teor de amido nos grãos. O teor de fibras insolúveis nesses grãos foi superior ao apresentado pelo híbrido BM 3061. Esses grãos também mostraram maior dureza que os demais, podendo esta característica estar associada ao maior teor de fibras insolúveis dos mesmos. Seu rendimento em massa foi próximo de 68%. Nas propriedades de pasta, este híbrido se destacou por apresentar maior tendência à retrogradação, podendo esta característica estar associada a um maior teor de amilose (não determinado). As pamonhas deste híbrido, juntamente com as do híbrido BM apresentaram menor umidade e maior teor de fibras solúveis. Juntamente com as pamonhas do híbrido DOW apresentaram os maiores teores de fibras insolúveis. Apresentaram os menores teores de carboidratos solúveis. A coloração desse produto foi mais clara (maior luminosidade) e mais amarela que a dos demais híbridos. Na análise do perfil de textura das pamonhas observou-se que as pamonhas deste híbrido apresentaram firmeza intermediária, maior adesividade e, juntamente com as do híbrido BM, menor coesividade. Na análise sensorial as pamonhas deste híbrido se destacaram por apresentar textura menos cremosa e menos firme. Juntamente com as do híbrido BM, apresentaram também cor menos amarela e

aparência mais consistente, mais odor e sabor de cozido, textura menos fibrosa e maior impressão global.

- O híbrido BM 3061 se assemelhou ao AG 1051 em maiores teores de amido e em menores teores de carboidratos solúveis totais nos grãos, quando comparados com os respectivos valores na composição do híbrido DOW 8003. Juntamente com o híbrido DOW 8003 apresentaram menores teores de fibras insolúveis que os grãos do híbrido AG 1051. Apresentou um rendimento próximo de 68% em massa. Nas propriedades de pasta, se destacou por apresentar menor viscosidade máxima, menor quebra de viscosidade e menor tendência à retrogradação. As pamonhas deste híbrido apresentaram menor umidade e teores mais elevados de fibra solúvel (juntamente com as do híbrido AG). Os teores de fibras insolúveis destes produtos foram os menores. Quanto à coloração, apresentaram menores valores de croma b^* (amarelo menos intenso). Na análise do perfil de textura das pamonhas observou-se que as deste híbrido se caracterizaram por apresentar menor firmeza que a dos demais, além de menor adesividade e maior coesividade que as do AG. Apresentaram as maiores notas para textura cremosa e firme na análise sensorial.
- O híbrido DOW 8003 se destacou por apresentar menor teor de amido nos grãos que o AG 1051. Também apresentou o maior teor de carboidratos solúveis totais nos grãos (mais doces). Apresentou um rendimento próximo de 61% em massa. Nas propriedades de pasta, se destacou por apresentar maior viscosidade máxima e menor temperatura de pasta. As pamonhas deste híbrido apresentaram-se mais úmidas e com baixos teores de fibras solúveis. Na análise do perfil de textura das pamonhas observou-se que as elaboradas com este híbrido apresentaram maior firmeza e gomosidade. Na análise sensorial, a pamonha deste híbrido apresentou os atributos cor mais amarela, aparência menos consistente, menos odor e sabor de cozido, textura cremosa e firme intermediárias, textura fibrosa maior e menor impressão global.
- Não houve relação entre as características físicas (cor) e físico-químicas (acidez e composição) dos grãos com as características físicas e físico-químicas correspondentes das pamonhas dos diferentes híbridos. O teor de fibras foi o

que apresentou diferenciação estatística mais parecida com aquela para este mesmo teor no produto final. Além da variabilidade observada dentro do mesmo híbrido, outras variáveis, mais ligadas ao tipo de embalagem e processamento destes produtos, por exemplo, podem estar interferindo nas características do produto final.

- Considerando os principais parâmetros que poderiam ser determinantes da maior ou menor firmeza do produto final (texturômetro), que são tendência a retrogradação (avaliada na polpa) e composição da pamonha (amido, carboidratos solúveis totais, fibras solúveis e insolúveis), encontra-se a menor tendência a retrogradação e o menor teor de fibras insolúveis do híbrido BM 3061, que apresentou a menor firmeza Instrumental.
- No processamento, os grãos dos híbridos AG 1051 e BM 3061 se caracterizaram por apresentarem maior porcentagem em massa.
- Na avaliação sensorial, considerando-se que a maior diferença entre as médias de notas dos atributos das pamonhas dos diferentes híbridos foi 1,6, isto permite dizer que, embora estatisticamente significativas estas diferenças, muitos dos atributos não estão muito distantes entre si.
- Nas pamonhas dos diferentes híbridos não houve correspondência entre firmeza instrumental com textura firme avaliada subjetivamente. E nem entre croma b^* e aparência de cor amarela (sensorial).

A avaliação do armazenamento dos híbridos de milho verde sob diferentes condições e dos efeitos deste sobre as pamonhas permitiu as seguintes considerações:

- Diferentemente do milho verde AG 1051, os híbridos BM 3061 e DOW 8003 apresentaram redução de pH nos grãos com o tempo de armazenamento, mais acentuadamente nas condições ambientes. Esse abaixamento do pH é concordante com a perda de carboidratos solúveis dos grãos. As pamonhas elaboradas com os híbridos de pH alterados refletiram a acidificação dos grãos, ou seja, o tempo e condição de armazenamento podem alterar a acidez do produto final e gerar consequências nas características físicas, físico-químicas e sensoriais do produto final.

- A refrigeração manteve a umidade dos grãos durante o armazenamento. Entretanto, houve perda de umidade dos grãos durante o armazenamento sob condições ambientes. O híbrido que mais perdeu umidade nesta condição foi o DOW 8003. As pamonhas produzidas com os grãos dos 3 híbridos, independente dos mesmos terem perdido umidade durante o armazenamento, apresentaram teores de umidade inalterados no tempo.
- O teor de amido, principal componente na matéria seca dos grãos, se elevou com o tempo de armazenamento nas condições ambientes e não se alterou nas condições de refrigeração, sendo esta variação reflexo daquela apresentada pelo teor de umidade dos grãos. Na condição ambiente apenas a pamonha do híbrido DOW 8003 refletiu a perda de umidade apresentada pelos grãos. Pamonhas elaboradas com híbridos armazenados sob refrigeração tenderam a apresentar também teores mais estáveis de amido no tempo.
- Também acompanhando a perda de umidade nos grãos, os teores de fibras solúveis e insolúveis dos mesmos se apresentaram crescentes sob condições ambientes e inalteradas sob refrigeração. Tais alterações nos teores da matéria-prima não causaram modificação nos teores desses componentes no produto final.
- Somente os grãos do híbrido AG 1051 apresentaram aumento de luminosidade (mais claras) e de cromas a^* (maior tendência a cor marrom) e b^* (amarelo mais intenso) com o tempo de armazenamento dos mesmos sob condições ambientes. Esse aumento de luminosidade dos grãos acarretou aumento nos valores de L nas pamonhas igualmente.
- Embora tenha sido observado aumento da concentração de amido nos grãos armazenados sob condições ambientes, isto não refletiu em acréscimo de viscosidade das polpas dos híbridos. A variação de acidez pode ter interferido nestes parâmetros. A condição refrigerada propiciou menor variação de viscosidade nos híbridos AG 1051 e DOW 8003. Para o híbrido BM 3061 as propriedades de pasta se mantiveram mais estáveis durante o armazenamento dos grãos.

- A firmeza avaliada no texturômetro nos produtos elaborados com o híbrido AG 1051 armazenado sob condições ambientes não apresentou comportamento definido. A firmeza do produto tendeu a aumentar com o tempo de armazenamento ambiente para o híbrido BM e a diminuir para o híbrido DOW. A firmeza aumentou para AG 1051 e BM 3061 e diminuiu para o híbrido DOW 8003 no tempo de armazenamento sob condições refrigeradas. A tendência de variação, portanto, não é uniforme no tempo para os diferentes híbridos e condições de armazenamento.
- Na análise sensorial das pamonhas elaboradas com matérias-primas armazenadas, as notas para odor e sabor de fermentado evidenciaram comportamento não uniforme dos híbridos com a condição e tempo de armazenamento. O odor de fermentado foi percebido como crescente nos produtos dos híbridos AG 1051 e DOW 8003 sob refrigeração. O sabor de fermentado aumentou apenas para o produto do híbrido AG 1051 ao ambiente e do BM 3061 sob refrigeração.
- As notas para os atributos de textura avaliados por provadores dos produtos elaborados com matéria-prima armazenada não mostraram tendência bem definida no tempo para nenhum dos híbridos ou condições de armazenamento.
- Os produtos elaborados com os três híbridos de milho verde armazenados sob diferentes condições apresentaram tendência variável no tempo para impressão global do produto pela análise descritiva quantitativa. As pamonhas elaboradas com a matéria-prima armazenada sob refrigeração, no geral, tiveram melhores notas em relação à impressão global.

6 CONCLUSÃO

Os híbridos de milho verde apresentaram semelhanças e peculiaridades, o que permitiu se obter pamonhas que, por sua vez também apresentaram características semelhantes e diferenciadas. Contudo, nem sempre se observou correspondência entre as características dos grãos e as características do produto final.

Não se pode tecer considerações sobre qual híbrido seria mais indicado para a produção de pamonha, uma vez que a análise sensorial realizada permite apenas uma descrição do produto final e não uma análise de aceitação ou de preferência. Considerando-se que também os consumidores apresentam requisitos diferenciados para este produto, pode se escolher, dentre os híbridos avaliados aqueles que mais correspondam aos atributos solicitados.

Considerando-se o teste de armazenamento do milho sob diferentes condições e os efeitos deste sobre as pamonhas, ficou evidenciado que o armazenamento sob refrigeração (7°C) foi mais eficiente em manter as características físicas e físico-químicas do milho e alterar menos as características físicas e físico-químicas das pamonhas.

As alterações na composição e características físicas dos grãos e das pamonhas refletem por fim, nas características sensoriais do produto elaborado. Os três híbridos sob condições ambientes e de refrigeração apresentaram, no geral, boas notas pelos provadores ao longo do armazenamento, porém observa-se nas pamonhas obtidas com a matéria-prima armazenada por 6 dias, uma tendência de apresentarem-se mais firmes e fibrosas, menos cremosas e com sabor de fermentado.

Várias das diferenças detectadas na composição e características físicas e sensoriais das pamonhas decorrem de alterações na matéria-prima durante seu armazenamento, entretanto, outras são difíceis de explicar. Pode-se concluir que além da variabilidade dentro dos híbridos, deve haver interferências do processamento nas características destes produtos, principalmente nas etapas de formulação e cocção em água, além do tipo de embalagem requisitada.

REFERÊNCIAS

ABIMILHO. Associação Brasileira dos Produtores de Milho. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. Disponível em: < www.abimilho.com.br/ocereal.htm >. Acesso em: 26 jun. 2007.

AGROCERES. Disponível em: <<http://www.sementesagroceres.com.br/ag1051.aspx>> Acesso em: 10 jun. 2006.

ALBUQUERQUE, C.J.B. **Desempenho de híbridos de milho verde na região sul de Minas Gerais**. 2005. 56p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

ALVES, S. M. de F.; SILVA, A.E. de; SERAPHIN, J.C.; VERA, R.; SOUZA, E.R.B. de; ROLIM, H.M.V.; XIMENES, P.A. Avaliação de cultivares de milho para o processamento de pamonha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v.34, n.1, p. 39-43, 2004.

ANDREWS, W. H.; FLOWERS, R. S.; SILLIKER, J.; BAILEY, J.S. *Salmonella*. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. chap. 37, p. 359-380.

ASP, N.G.; JHANSSON, C.G.; HALLMER, H.; SILJESTROM, M. Enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p. 476-482, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS. ABEA. Disponível em: http://www.abea.com.br/semi_analisesensorial_04_09_01.htm. Acesso em: 8 set. 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th ed. Arlington, 1995. v.2.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BENNETT, R. W.; BELAY, N.; *Bacillus cereus*. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. chap. 32, p. 311-316.

BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.10, p.992-993, 1993.

BIOMATRIX. Disponível em: <<http://www.biomatrix.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

BLANCO-METZLER, A.; MONTERO-CAMPOS, M.A.; FERNÁNDEZ-PIEDRA, M. Chemical composition of food products derived from wheat and corn produced in Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos Nutrición**, Caracas, v. 50, n.1, p.91-96, 2000.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2001. 143p.

BOTTINI, P.R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F.A.G. da. Viabilidade da produção de milho na “safrinha”. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.25, n.3, p.49-53, 1995.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria SVS/MS nº326**, de 30 de julho de 1997. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/geral.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2006.

BRAZ, R.F. **Conservação pós-colheita de espigas de milho verde em função do cultivar, da temperatura e da forma de acondicionamento**. 2002. 54p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BRAZ, R.F.; GALVÃO, J.C.C.; FINGER, F.L.; MIRANDA, G.V.; PUIATTI, M.; ALMEIDA, A.V. de. Perda de peso pós-colheita de espigas de milho-verde em função de diferentes formas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n.1, p.139-144, 2006.

CALBO, A.G.; MORETTI, A.L. **Milho verde (*Zea mays* L.)**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/milho_verde.htm>. Acesso em: 15 out. 2003.

CALLEGARO, M. da G. K.; DUTRA, C.B.; HUBER, L.S.; BECKER, L.V.; ROSA, G.S.daR.; KUBOTA, E.H.; HECKTHEUR, L.H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p. 271-274, abr.-jun., 2005.

CAMPOS, S.D.S.; GONÇALVES, J.R.; MORI, E.E.M.; GASPARETTO, C.A. **Curso: Reologia e textura de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1989. 84p.

CATI. **Cativerde 01 e Cativerde 02 Novos cultivares de Milho verde**. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/tecnologias/catiresponde/CR51_milhoverde.htm>. Acesso em: 3 maio 2003.

CHITARRA, M.J.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113p.

CORRÊA, S.B. de M. **Desenvolvimento de manjar banco potencialmente probiótico**. 2006. 85p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica)-Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2006.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, L.S.; MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Embrapa Hortaliças (Brasília, DF) –Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 428p.

COUSIN, M. A.; JAY, J. M.; VASAVADA, P. C. Psychrotrophic microorganisms. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. chap. 13, p. 159-166.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Milho - Cultivares para 2005/2006**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 10 maio 2005.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I.A.; PEREIRA, F.T.F.; OLIVEIRA, M. do R. **Cultivo do Milho: Cultivares**. Sete Lagoas, M.G. Comunicado Técnico nº55. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/comuni55.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2005.

DERBY, R.I.; MILLER, B.S.; TRIMBO, H.B. Visual observation of wheat starch gelatinization in limited water systems. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 52, n. 5, p. 702-713, 1975.

DONAVAN, J.W. Phase transitions of the starch-water system. **Biopolymers**, New York, v. 18, p. 263-275, 1979.

DOW AGROSCIENCES. Disponível em:<<http://www.dowagro.com/br/produtos/sementes>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

ELIASSON, A.C. Effects of water content on gelatinisation of wheat starch. **Starch/Starke**, Weinheim, v. 32, p. 270-272, 1980.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000. 127 p. (Série Qualidade).

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Milho. In:_____. **Agrianual 2005**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2005. p. 409-427.

FORNASIERI FILHO, D.; CASTELLANE, P.D.; CIPOLLI, J.R. Efeito de cultivares e épocas de semeadura na produção de milho verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 22-24, 1988.

FOX, P.F.; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; McSWEENEY, P.L.H. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersbrug: Aspen, 2000. 587p.

FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos**: temas atuais. São Paulo: Varela; Universidade de Campinas; Faculdade de Engenharia de Alimentos. 2003. 246p.

FREDRIKSSON, H.; SILVERO, J.; ANDERSSON, R.; ELIASSON, A.C.; AMAN, P. The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinisation and retrogradation properties of different starches. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 35, p. 119-134, 1998.

GALVANI, A.; CAMERGO, C.R. de O.; CIACCO, C.F. Efeito de lipídios, açúcares, sais e ácidos nas propriedades de gelatinização e retrogradação do amido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.14, n.1, p.3-13, jan./jun. 1994.

GUIA para elaboração do plano APPCC; geral. 2.ed. Brasília: SENAI/ DN, 2000. 301 p. (Série Qualidade e Segurança Alimentar).

HENZ, G.P.; NOJOSA, G.B. de A.; MENDONÇA, N.D. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde cv. 519. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, p. 89, 1996. Suplemento.

HONÓRIO, S. L.; ABRAHÃO, R. F. Pós-colheita, embalagem e comercialização de hortícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/2001, p. 34-140, 1999.

IKUTA, H.; PATERNIANI, E. **Programa de milho verde**. Piracicaba, 1970, v.4, p58-61. (Relatório Científico do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz).

ISHIMURA, I.; YANAI, K.; SAWAZAKI, E.; NODA, M. Avaliação de cultivares de milho verde em Pariqueira-Açu. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 95-105, 1986.

JANG, J.K.; PYUN, Y.R. Effect of moisture level on crystallinity of wheat starch aged at different temperatures. **Starch/Starke**, Weinheim, v. 49, p. 272-277, 1997.

JOHNSON, L.A. Corn: The major cereal of the americas. In: KULP, K.; PONTE, L.G. **Handbook of cereal science and technology**. New York: Marcel Dekker, 2000. p. 31-80.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. 296p.

KAYS, E. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532p.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, Coliforms and Escherichia coli as quality and safety indicators. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. chap. 8, p. 69-82.

LANCETTE, G. A.; BENNETT, R. W. *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal enterotoxins. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: APHA, 2001. chap. 39, p. 387-403.

LEME, A.C. **Avaliação do processamento e da qualidade do creme de milho verde (pamonha) produzido no município de Piracicaba-SP**. Piracicaba: ESALQ, Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição, 2004. (Relatório de iniciação científica apresentado a FAPESP).

_____. **Avaliação de cultivares e condições de armazenamento do milho verde visando o abastecimento da agroindústria de pamonha**. Piracicaba: ESALQ, Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição, 2006. 53p. (Relatório apresentado a FAPESP).

LEME, A.C.; SPOTO, M.H.F.; SARMENTO, S.B.S.; STURION, G.L. Qualidade físico-química e sensorial da pamonha durante comercialização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 12., 2004, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: ESALQ, 2004. 1 CD-ROM.

LIU, Q.; THOMPSON, D.B. Effects of moisture content and different gelatinization heating temperature son retrogradation of waxy-type maize starches. **Carbohydrate Researche**, New York, v. 314, p. 221-235, 1998.

MAGALHÃES, P.C.; DURÕES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (Circular técnica, 22).

MAGALHÃES, P.C.; RESENDE, M.; OLIVEIRA, A.C. de; DURÕES, F.O.M.; SANS, L.M.A. Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20; 1994, Goiânia. **Resumos**: Goiânia: ABMS, 1994. p.190.

MAN, C.M.D.; JONES, A.A. **Shelf life evaluation of foods**. New York: Blackie Academic & Professional, 1996. 321p.

MARCOS, S.K.; HONORIO, I.; JORGE, J.T.; AVELAR, J.A. Influência do resfriamento do ambiente de armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho verde. **Revista Brasileira Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 41-44, 1999.

MCMEEKIN, T.A.; ROSS, T. Shelf life prediction: status and future possibilities. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 65-83, 1996.

MENEZES, E.W.; CARUSO, L.; LAJOLO, F.M. Avaliação dos dados de fibra alimentar. Estudo em alimentos brasileiros. In: LAJOLO, F.M.; SAURACALIXTO, F.; PENNA, E.W.; MENEZES, E.W. (Ed). **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud**. São Paulo: Varela. 2001. cap. 11, p. 165-178.

MESSENS, W.; VAN de WALLE, D.; AREVALO, J.; DEWETTINCK, K.; HUYGHE BAERT, A. Rheological properties of high-pressure-treated Gouda cheese. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 10, p. 359-367, 2000.

MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3.ed. Campinas: ITAL, 2004. 92p. (Manual Técnico, n.6).

PAIVA JUNIOR, M.C. de. **Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidade de semeadura**. 1999. 66p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. **Milho comum**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/circul15.pdf>>. Acesso em: 07 de out. de 2003. (Circular Técnica, n.15).

PFEIFFER, C.; D'AUJOURD'HUI, J.W.; NUSSLI, J.; ESCHER, F. Optimizing food packaging and shelf life. **Food Technology**, Chicago, v.53, n.6, p.52-59, 1999.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. (Coord.). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.

RICKARD, J.E.; BEHN, K.R. Evolution of acid and enzyme hydrolytic methods for the determination of cassava starch. **Journal of Science, Food and Agriculture**, London, v. 41, n. 4, p. 373-379, 1987.

ROSENTHAL, A. **Desenvolvimento e otimização de um processo para produção de flocos de milho verde por desidratação em rolos secadores (Drun-dryer)**. 1988. 188p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, 1988.

ROSENTHAL, A.J. **Food texture measurement and perception**. Gaithersburg: Aspen, 1999. 311p.

SANDHU, K.S.; SINGH, N. Some properties of cornstarches II: physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. **Food Chemistry**, London, v. 101, p. 1499-1507, 2007.

SANGROIS, E.; REBOLLEDO, M.A. Fibra dietética soluble, insoluble y total em creales, productos derivados de su procesamiento y em productos comerciales a base de cereales. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v.43, n.3, p.258-263, 1993.

SASAKI, F.F. **Processamento mínimo de abóbora (*Curcubita moschata* Dusch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. 2005.145p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SAS/IML software. **Usange and reference, version 6**. Cary, 1989. 501p.

SAWAZAKI, E.; POMMER, C.V.; ISHIMURA, I. Avaliação de cultivares de milho para utilização no estágio de verde. **Ciência e Cultura**. Campinas, v. 31, n. 11, p. 1297-1302, nov. 1979.

SIKORA, M.; MAZURKIEWICZ, J.; TOMASIK, P.; PIELOCHOWSKI, K. Rheological properties of some starch-water-sugar systems. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 34, p.371-383, 1999.

SILVA, P.S.L.; BARRETO, H.E.P.; SANTOS, M.X. Avaliação de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos verdes e secos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1, p. 63-69, 1997.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **Journal Biological Chemistry**, Bethesda, n.160, p.69-73, 1945.

SPIES, R.D.; HOSENEY, R.C. Effect of sugars on starch flour end bread: a microscopic and chemical study. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 59, n. 2, p. 128-131, 1982.

SPOTO, M.H.F. **Radiação gama na conservação do suco concentrado de laranja; características físicas, químicas e sensoriais**. 1988. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

STONE, E.J. **Quantitative descriptive analysis (QDA)**. Manual on descriptive analysis testing. American Society for Testing and Materials, West Conshohoken: R.C. Hootman, 1992. (ASTM Manual Series MNL, 13).

STONE, H.J.; SIDEL, J.L.; OLIVER, A.; WOLSEY, R.C.; SINGLETON. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v.28, n.11, p.24-34, 1974.

SVENSSON, E.; ELIASSON, A.C. Crystalline changes in native wheat and potato starches at intermediate water levels during gelatinisation. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 26, p. 171-176, 1995.

SZCZESNIAK, A.S. Sensory texture profiling historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 8, p. 54-57, 1998.

TOMAZELA, J.M. **Milho verde atrai produtores do interior**. Disponível em: < <http://www.estado.estadao.com.br/jornal/suplem/agri/98/04/29/agri002.html>>. Acesso em: 10 fev. 2005.

VERBEKEN,D.; THAS,O.; DEWETTINCK,K. Textural properties of gelled dairy desserts containing k-carrageenan and starch. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v.18, p.817-823, 2004.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Textos acadêmicos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68 p.

WALD, A. **Sequential analysis by Abraham Wald**. New York: John Wiley, 1947. 272p.

YANG, W.H.; RAO, M.A. Complex viscosity-temperature mastercurve of corn starch dispersion during gelatinization. **Journal of food Process Engineering**, Westport, v. 21, n. 3, p. 191, Aug. 1998.

YOO, D.; YOO, B. Rheology of rice starch-sucrose composites. **Starch/Starke**, Weinheim, v. 57, p. 254-261, 2005.

YOSHIDA, S., FORNO, D.A., COCK, J.H., GOMEZ, K.A. **Laboratory manual for physiological studies of rice**. 2nd ed. Manila: International Rice Research Institute, 1972. p.38-41.

ANEXOS

Anexo A – Certificado do Comitê de Ética

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Avaliação de cultivares e do tempo e temperatura de armazenamento de milho verde para elaboração de pamonha**", protocolo nº **080/2005**, dos pesquisadores **SILENE BRUDER SILVEIRA SARMENTO** e **ANA CAROLINA LEME**, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 12/08/2005.

The Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that project "**Evaluation of cultivars and storage time and temperature of green corn for production of pamonha**", register number **080/2005**, of **SILENE BRUDER SILVEIRA SARMENTO** and **ANA CAROLINA LEME**, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for researching in human subjects and was approved by this committee at 12/08/2005.

Cynthia Pereira Machado Tabchoury
Cynthia Pereira Machado Tabchoury

Secretária
 CEP/FOP/UNICAMP

Jackis Jorge Junior
Jackis Jorge Junior
 Coordenador
 CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
 Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.