



EZEQUIEL MALFITANO CARVALHO

**DESENVOLVIMENTO DE MODELOS
PREDITIVOS DE QUALIDADE E
DETERMINAÇÃO DE PADRÕES MÍNIMOS DE
QUALIDADE DE MELÕES E MELANCIAS
COMERCIALIZADAS NO BRASIL**

LAVRAS - MG

2016

EZEQUIEL MALFITANO CARVALHO

**DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PREDITIVOS DE QUALIDADE
E DETERMINAÇÃO DE PADRÕES MÍNIMOS DE QUALIDADE DE
MELÕES E MELANCIAS COMERCIALIZADAS NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Orientador

LAVRAS – MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Carvalho, Ezequiel Malfitano.

Desenvolvimento de modelos preditivos de qualidade e
determinação de padrões mínimos de qualidade de melões e
melancias comercializadas no Brasil / Ezequiel Malfitano Carvalho –
Lavras : UFLA, 2016.

103 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Padrões Mínimos. 2. Melões. 3. Melancias. 4. CEASA. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

EZEQUIEL MALFITANO CARVALHO

**DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PREDITIVOS DE QUALIDADE
E DETERMINAÇÃO DE PADRÕES MÍNIMOS DE QUALIDADE DE
MELÕES E MELANCIAS COMERCIALIZADAS NO BRASIL**

***DEVELOPMENT OF QUALITY PREDICTION MODELS AND
DETERMINATION OF MINIMUM STANDARDS FOR THE QUALITY OF
MELONS AND WATERMELONS COMERTIALIZED IN BRAZIL***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 16 de Agosto de 2016.

Profa. Dra. Ellen Cristina de Souza	UFLA
Profa. Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho	UFLA
Dra. Heloisa Helena de Siqueira Elias	UFLA
Dra. Ester Aline Ferreira	EPAMIG

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
Orientador

LAVRAS - MG

2016

DEDICO

A meus avós, Dico, Binho, Maria e Salma (*in memoriam*) que, de algum lugar neste mundo, estão sempre olhando por mim.

A meus pais, César e Rosângela, pelo vínculo sublime em minha vida.

Ao meu irmão, Stephan, pelo amor, amizade e carinho.

À minha filha, Lara, pelo amor em seu pleno significado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao professor Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela orientação, paciência e compreensão.

À Professora Ana Carla Marques Pinheiro, pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor Cleiton Antônio Nunes, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Às laboratoristas, Tina e Cidinha, pelo carinho e amizade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelo apoio e atenção.

Ao CEASA, na pessoa do Gustavo C. de Almeida, pelo apoio ao desenvolvimento do projeto.

Aos amigos Heloisa, Rafael, Lucas e a todos que ajudaram na condução do experimento e na execução das análises laboratoriais.

Em especial, a todos os amigos do curso pela convivência.

A meus pais, César e Rosângela, pelo apoio e constante presença em minha vida.

Ao meu irmão Stephan, pelo amor, carinho, apoio e presença em minha vida.

À minha filha Lara, pelo amor e carinho.

A todos os meus familiares e amigos, pela torcida e presença, durante esta etapa de minha vida.

À Tia Mária que, em seu leito, por mais que esteja em sono profundo, está sempre rogando por mim.

A todos da família Correa, em especial, ao João, Tio João e Tia Dora, pelo amor, carinho, apoio e presença em minha vida.

A todos verdadeiros amigos, Gustavo, Alexandre, Ivo, Bahia, Janjão...

A todos que contribuíram, de alguma forma, para a concretização deste trabalho.

A Deus, nosso Pai Maior, pela luz em todos os momentos.

“A vontade de Deus nunca irá levá-lo aonde
a graça de Deus não possa protegê-lo”

Chico Xavier.

RESUMO GERAL

A variação da qualidade dos frutos comercializados, hoje, no Brasil, consequência da falta de estabelecimento de um padrão mínimo de qualidade, prejudica a comercialização e leva o consumidor à insatisfação, pois adquire produtos de qualidade inferior. O estabelecimento de padrões mínimos de qualidade pode ser conseguido, por meio de análises físicas e físico-químicas rápidas e fáceis, que apresentam boa correlação com atributos sensoriais. Os objetivos deste trabalho foram monitorar a qualidade de melão 'Amarelo' e melancia (cv Crimson Sweet), comercializados pela CEASA Minas, localizada em Contagem, MG, Brasil, em diferentes épocas do ano, bem como estabelecer um padrão mínimo de qualidade, para o melão 'Amarelo' e melancia (cv Crimson Sweet) e desenvolver modelos preditivos baseados na aceitação sensorial do consumidor. Foram mensuradas as variáveis associadas à qualidade, pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), firmeza, comprimento, diâmetro, respiração, coloração da casca, polpa e suco e rendimento de suco. Notas de aceitação sensorial dos consumidores foram calibradas com variáveis físico-químicas, por meio de Regressão Linear Múltipla, para a construção do modelo preditivo. Por fim, foi estabelecida uma nota, para o padrão mínimo de qualidade dos frutos, com base nos resultados da análise sensorial. Observou-se grande variação nas variáveis de qualidade dos frutos ao longo do tempo de estudo. Modelos de predição univariados não foram significativos, já os modelos multivariados apresentaram boa funcionalidade, utilizando-se todas as variáveis ou combinações entre elas. Sendo assim, modelos multivariados foram obtidos, considerando-se todas as variáveis em estudo (pH, AT, SS, SS/AT, firmeza, L*, a*, b*, Croma, °h e %suco). Por fim, um Padrão Mínimo de Qualidade Geral, para o melão 'Amarelo' e melancia (cv Crimson Sweet), foi obtido, com base nas notas de impressão global dos consumidores. A associação do padrão mínimo com os modelos obtidos pode ser utilizada, para prever a aceitação sensorial do consumidor, por meio de medidas físicas e físico-químicas simples, rápidas e baratas, certificando-se se o fruto a ser comercializado atende ou não ao Padrão Mínimo de Qualidade estabelecido.

Palavras-chave: Melão (*Cucumis melo* L). Melancia (cv. Crimson Sweet). Satisfação dos consumidores. Análise físico-química. Modelos Preditivos. Análise Sensorial.

GENERAL ABSTRACT

The variation of the quality of fruits currently sold in Brazil affects the marketing and leads to consumer dissatisfaction as a result of the failure to establish a minimum quality standard. The establishment of minimum quality standards can be achieved through rapid and easy physical and physical-chemical analysis, which show good correlation with sensory attributes. The objective of this work was to monitor the quality of 'Yellow' melon and watermelon (cv Crimson Sweet) marketed by CEASA Minas, located in Contagem, Minas Gerais, Brazil, in different seasons. We also aimed at establishing a minimum quality standard for 'Yellow' melons and watermelon (cv Crimson Sweet), developing predictive models based on sensory consumer acceptance. The variables associated with quality were: pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), firmness, diameter, respiration, peel color, pulp, juice and juice yield. The sensory acceptance notes of the consumers were calibrated with physicochemical variables through multiple linear regressions in order to build a predictive model. Therefore, a note to the minimum standard of quality fruit based on the results of sensory analysis was established. There was wide variation in the quality variables of the fruit throughout the study. Univariate prediction models were not significant since the multivariate models showed good functionality. Therefore, multivariate models were obtained, considering all the studied variables (pH, TA, SS, SS/TA, firmness, L*, a*, b*, Chroma, °h % and juice). Finally, a General Standard Minimum Quality for 'Yellow' melon and watermelon (cv Crimson Sweet) was obtained based on the overall impression notes of the consumers. The minimum standard of association with the obtained models can be used to predict sensory consumer acceptance through easy and simple physical and physicochemical measurements, making sure that the product being sold is or is not within the established Minimum Standard Quality standards.

Keywords: Melon (*Cucumis melo* L). Watermelon (cv. Crimson Sweet). Consumer satisfaction. Chemical Physical analysis. Predictive models. Sensory analysis.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Aspectos Relacionados à Qualidade dos Frutos	15
2.2	Fatores que Influenciam a Qualidade dos Frutos	16
2.3	Melão Amarelo	17
2.4	Melancia	21
2.5	Uso de software e desenvolvimento de modelos preditivos em ciência dos alimentos	28
2.5.1	Software estatístico	29
2.5.2	Modelos Uni e Multivariados	29
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	33
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	43
	ARTIGO 1 - SENSORY ACCEPTANCE PREDICTION AND DETERMINATION OF MINIMUM QUALITY STANDARD FOR MELON	43
	ARTIGO 2 - SENSORY ACCEPTANCE PREDICTION AND MINIMUM QUALITY STANDARDS DETERMINATION FOR WATERMELON (CV. CRIMSON SWEET)	71

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, ficando atrás apenas da China e Índia. Segundo dados da FAO de 2012 (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), a China produziu 137,06 milhões de toneladas, seguida da Índia, com 71,07 milhões de toneladas e o Brasil com 38,36 milhões de toneladas (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE, 2015). Mesmo estando em terceiro lugar, na produção mundial de frutos, o Brasil tem grande potencial para subir no ranking, visto que sua grande extensão agrícola, abundância de recursos hídricos, tecnologia, dentre outros fatores, podem levar o país a elevar sua produção.

A maior parte da produção das frutas brasileiras é consumida pelo mercado interno. Porém, mesmo com a posição de destaque do país na produção de frutas, os brasileiros, ainda, não consomem a quantidade mínima diária recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS). De modo geral, o consumo médio no país é de 33 kg por habitante ao ano, muito abaixo do recomendado, que é de 100 kg por habitante ao ano (SEBRAE, 2015).

Comparando o consumo interno com o preconizado pela OMS, verifica-se que existe uma grande possibilidade de se aumentar o consumo interno de frutos. Propagandas veiculadas por TV, rádio e outras mídias têm enfatizado a importância de incluir e aumentar frutos no cardápio diário do brasileiro. Essas propagandas têm impulsionado o aumento de seu consumo.

Para saber como as famílias brasileiras estão se alimentando, atualmente, analistas do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2016), da Esalq/USP, avaliaram a evolução do consumo de frutas, nos lares brasileiros, com base na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) –

Edição 2012 – a mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012a, 2012b).

De acordo com essa análise, entre 2002 e 2012, os dez frutos mais consumidos pela população brasileira foram: banana, laranja, melancia, maçã, mamão, citros em geral, abacaxi, manga, uva e melão. O consumo de melancia aumentou de 2,46 kg/pessoa/ano em 2002 para 3,37 kg/pessoa/ano em 2012 e o de melão aumentou de 0,36 kg/pessoa/ano em 2002 para cerca de 0,46 kg/pessoa/ ano em 2012.

Para atender à demanda crescente por frutos, o mercado produtor elevou sua produção, ao longo dos últimos anos, investindo em novas tecnologias, cultivares, manejo pré e pós colheita, dentre outros. Porém esse aumento, no consumo de frutos nos últimos anos, despertou o mercado consumidor para críticas relacionadas à qualidade dos frutos encontrados à venda no mercado. Essas críticas estão relacionadas às grandes variações encontradas pelos consumidores nos produtos ofertados para consumo.

Épocas de plantio, cultivares, localidade de cultivo, época de colheita, despreparo das pessoas ligadas à produção e manipulação pós-colheita dos frutos e colheita precoce, visando aumentar o potencial de conservação pós-colheita, dentre outros fatores, podem levar a variações sensoriais, que interferem na qualidade dos frutos consumidos, levando os consumidores à frustração que pode ser uma das prováveis causas, ainda, de um baixo consumo de frutos no Brasil, visto que a insatisfação do consumidor ao fruto oferecido pelo mercado pode levá-lo a uma resistência a comprá-lo.

Observando a insatisfação dos consumidores, observa-se a importância de se ter um padrão mínimo de qualidade para os frutos comercializados. A falta de um padrão mínimo de qualidade dos frutos ofertados tem sido alvo de críticas do mercado consumidor. Essas críticas, associadas a um mercado consumidor cada vez mais exigente, têm sido um desafio do setor frutícola que, não

raramente, oferece um produto de baixa qualidade, sendo a causa principal de baixos valores de venda conseguidos pelos produtores e da insatisfação do consumidor perante os frutos que chegam à sua mesa.

Modelos preditivos despontam como potenciais ferramentas na detecção da qualidade de frutos comercializados. Ao longo dos últimos anos, métodos preditivos têm ganhado grande destaque, na determinação da qualidade de vários alimentos, embora estudos relativos a frutos sejam escassos. Esses modelos têm ganhado destaque, nos dias atuais, em virtude de sua facilidade de aplicação e de sua confiabilidade, podendo ser grandes aliados do mercado na determinação dos preços e na classificação dos produtos comercializados.

Modelos preditivos podem ser criados, por meio de análise uni e multivariada, em que cada variável é analisada, individualmente ou diversas variáveis são analisadas simultaneamente. Variáveis físicas e químicas de determinação fácil, rápida e barata podem ser utilizadas na alimentação de tais modelos e associadas a atributos sensoriais descritivos. Logo modelos preditivos de aceitação sensorial poderiam ser usados, para determinar qualidade de frutos e aplicados por Centrais de Distribuição, para definir, de forma justa, o preço de frutos em função de sua qualidade.

Entretanto é importante que se defina um padrão mínimo de qualidade, para que frutos, que não satisfaçam a expectativa do consumidor, não sejam colocados à venda. A compra e o consumo com qualidade inferior à esperada frustram o consumidor e reduzem a possibilidade de novas aquisições. A definição do padrão mínimo de qualidade pode ser obtida, também, pela associação de análises físicas e físico-químicas com análise sensorial.

Assim, com o auxílio de ferramentas estatísticas, computacionais e de análise sensorial, podem-se determinar padrões mínimos de qualidade que atendam à exigência do mercado. De posse dos padrões mínimos, as centrais de distribuição poderão selecionar, classificar, direcionar a qual mercado reter

tal produto e estabelecer preços justos ao produtor, baseados na qualidade do fruto ofertado. Assim, espera-se que o consumidor possa ir ao mercado e adquirir um produto de qualidade que atenda a sua expectativa.

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com os objetivos de monitorar a qualidade de melões e melancias comercializados, no Brasil, desenvolver modelos preditivos de qualidade e determinar padrões mínimos de qualidade para esses frutos, podendo esses modelos ser uma ferramenta de suma importância para as Centrais de Abastecimento na determinação de qualidade, preço e classificação de frutos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Relacionados à Qualidade dos Frutos

A produção agrícola contemporânea visa abastecer uma demanda crescente de alimentos pela população mundial, utilizando-se de tecnologias que tornem o processo produtivo economicamente viável, com alta produtividade e que atenda às exigências do mercado, não somente em termos de quantidade, mas também de qualidade.

A qualidade de qualquer produto pode ser definida como o “conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação desse produto pelo consumidor” (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 541).

Em se tratando de produtos hortícolas, esse conjunto de características peculiares de cada espécie e que define a qualidade do produto, engloba tanto aspectos objetivos quanto aspectos subjetivos. Estes aspectos podem ser expressos pelas propriedades sensoriais, tais como aparência, textura, sabor e aroma; pelas propriedades nutritivas e multifuncionais, tais como teores de vitamina, açúcares e minerais; pelas propriedades mecânicas (integridade do produto, ausência ou presença de defeitos); além dos aspectos subjetivos do consumidor (econômicos, culturais, éticos, religiosos, psicológicos e outros) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Quando um produto hortícola atinge sua qualidade “ótima”, significa que chegou a um determinado grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento em que a combinação de atributos físicos e químicos promove o máximo de sua aceitação pelo consumidor.

Segundo Pereira et al. (2006), o amadurecimento dos frutos se dá, quando ocorrem os processos fisiológicos, que promovem mudanças de cor, aroma, sabor e textura e proporcionam as qualidades sensoriais ótimas além de

assegurar sua qualidade comestível. É de suma importância saber o momento certo para colheita, que proporciona boas condições ao fruto, até sua chegada ao consumidor. É importante o emprego de técnicas de amostragem, em campo, para se saber o ponto ideal de colheita.

Esses critérios, para colheita dos frutos, destinados tanto à indústria como para consumo *in natura*, são definidos pelas empresas compradoras da produção. Essa regra tem por base projeções de qualidade para a safra e o interesse das processadoras com relação à produção de suco com determinadas especificações de sabor, refletidas pelo índice de maturação (relação SS/AT) (POZZAN; TRIBONI, 2005). De acordo com esses mesmos autores, a maturação é determinada por amostra de frutos de um talhão homogêneo quanto à cultivar, idade e porte das plantas, levando, também, em conta aspectos como topografia e fatores edafoclimáticos.

2.2 Fatores que Influenciam a Qualidade dos Frutos

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), características de qualidade diferem entre os produtos de uma mesma espécie de acordo com a origem, condições de produção, armazenamento, comercialização e utilização. As frutas e hortaliças necessitam de cuidados especiais, no campo e na pós-colheita, para apresentarem boas características de qualidade, próprias de cada espécie ou cultivar.

Segundo Albrigo (1992), períodos prolongados de chuva ocasionam diminuição do teor de sólidos solúveis e, em períodos nublados, ocorre diminuição da fotossíntese e, conseqüentemente, diminuição do acúmulo de açúcares. Marchi (1993) relata que o aumento na concentração de açúcares nos frutos ocorre, durante toda a fase de crescimento e maturação e tem relação direta com a intensidade luminosa e temperatura.

Segundo Reuther e Rios-Castaño (1969), há uma correlação entre estresse hídrico e aumento no teor de sólidos solúveis. A água é responsável pelo crescimento dos frutos, logo, frutos que sofreram estresse hídrico tendem a ser menores e, conseqüentemente, possuem maior teor de sólidos solúveis.

Outro fator que interfere na qualidade dos frutos tropicais é sua acidez, que é diminuída, em geral, pelo amadurecimento dos frutos, em razão da catálise dos ácidos orgânicos no ciclo de Krebs, processo respiratório ou sua conversão em açúcar (HULME, 1974).

Segundo Albrigo (1992) e Rasmussen, Peynado e Hilgemen (1996), a temperatura é o fator que mais influencia no acúmulo de ácido cítrico. Após atingir o pico de produção, sua taxa é diminuída pelo aumento do tamanho do fruto e pela taxa de respiração. Quanto maior a temperatura, durante a maturação, maior o decréscimo na concentração dos ácidos orgânicos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o índice de maturação é o critério mais representativo, para determinação da maturação, comparado com a determinação de sólidos solúveis ou da acidez isoladamente, pois essa relação determina o equilíbrio entre os dois componentes.

O rendimento de suco, também, é variável e influenciado por fatores como estágio de maturação, clima, material genético, tratamentos culturais, adubação, o que torna possível ocorrerem mudanças no fruto de um ano para o outro (DOMINGUES et al., 1999).

2.3 Melão Amarelo

O melão pertence à família Cucurbitaceae, sendo originário da África e da Ásia e cultivado na Europa e Ásia desde os primórdios da Era Cristã. O meloeiro é uma planta herbácea e rasteira, com frutos de formato variável (redondo, oval ou alongado), com 20 a 25 cm de diâmetro, casca lisa, enrugada ou rendilhada, pesando de um a quatro quilos, em média, dependendo do tipo e

da cultivar. A sua polpa, também, varia segundo o tipo, sendo observada coloração branca, amarelada, esverdeada, laranja e salmão. O fruto é constituído de 90% de água e contém vitaminas A, C e E, além de sais minerais.

No Brasil foi introduzido pelos escravos, no século XVI e, mais recentemente (século XIX), introduzido, novamente, pelos imigrantes europeus, dando início à expansão da cultura nas regiões Sul e Sudeste. No Estado de São Paulo, a área plantada em 2014/15 foi 18 mil ha com uma produção de 401 ton e rendimento médio de 22.278 Kg/há (IBGE, 2013).

Nos últimos anos o país deixou de ser importador de melão europeu e passou a exportador. Este fato deve-se à produção do melão, no Nordeste brasileiro, onde existem condições climáticas favoráveis a seu cultivo, o ano todo, contribuindo para uma alta produtividade e qualidade favorecendo sua aparência e seu sabor. A Região Nordeste é a principal produtora de melão, contribuindo com mais de 90% da produção nacional (NAKAMEA, 2004).

O estado do Rio Grande do Norte é considerado o maior produtor e exportador de melão (*Cucumis melo* L.) do Brasil. A área de cultivo de melão, na safra 2014, corresponde ao período de colheita do Vale do São Francisco, em todo este ano, somado com a safra do RN/CE (agosto/14 a março/15). A área total dessas regiões deve ser de 14.350 hectares, recuo de 4% frente à temporada anterior, pois tanto o Vale quanto o RN/CE têm registrado queda na área cultivada. No Vale do São Francisco, a redução é de 5,1% frente a 2013. Comparando-se os primeiros semestres de 2014 e 2013, por outro lado, a área plantada seguiu estável. Na “entressafra” e no período de final de ano (segundo semestre), é que a área teve diminuição de 15,8% (150 hectares) frente ao mesmo período do ano anterior. Essa redução ocorreu, porque a rentabilidade foi prejudicada, após a Copa do Mundo no Brasil (em junho e julho) e produtores desaceleraram os investimentos (HF BRASIL, 2015).

Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior - Secex/DTIC (BRASIL, 2013), foram exportados pelo Porto de Natal-RN, aproximadamente, 113 mil toneladas de melões, gerando uma renda free on board (FOB), ao redor de US\$ 88 milhões de dólares, superando os valores das exportações de 2012 em, aproximadamente, 11 % (HF BRASIL, 2015). Entre os principais tipos de melões produzidos na região, destaca-se o Pele de Sapo, o Gália, o Cantaloupe, o Charentais, o Amarelo e o Orange Flesh.

Nas regiões produtoras de melão, o pico da safra situa-se entre agosto e dezembro, quando os preços obtidos pelos produtores são menores. Os melhores preços são obtidos, nos meses de abril a junho, sendo o máximo valor verificado no mês de maio. Dessa forma, a produção de melão, nesse período, representa um bom negócio, entretanto é necessário desenvolver tecnologias que proporcionem altas produtividades na entressafra. Na região Sudeste, especialmente, no Estado de São Paulo, maior centro consumidor do país, é possível produzir melão em ambiente protegido e abastecer parte desse mercado durante o período de entressafra das regiões produtoras (AGRIANUAL, 2015).

O tamanho do fruto, aroma, sabor, teor de sólidos solúveis e firmeza da polpa são fatores que determinam a qualidade dos frutos do meloeiro. Para se obter frutos com padrão de qualidade elevado, é necessário adotar condições especiais de cultivo, ou seja, casa-de-vegetação, sistema de condução, poda e tutoramento das plantas (MARUYAMA; BRAZ; CECILIO FILHO, 2000) bem como um manejo adequado de água, solo e nutrientes (COELHO et al., 2003).

Entre as principais variáveis qualitativas estudadas em pós-colheita de frutos, merecem destaque a firmeza de polpa, que afeta a resistência ao transporte, assim como a vida útil (MENEZES et al., 1998) e o teor de sólidos solúveis (SS), tradicionalmente, utilizado para expressar a qualidade dos frutos (PROTRADE, 1995). As características relacionadas com a qualidade dos frutos são diretamente afetadas pelas condições de cultivo. O teor de SS aumenta,

quando se aumenta a salinidade no solo e, em compensação, diminui quando se aumenta a densidade de plantio (MENDLINGER, 1994). Outro fator importante é o momento da colheita, pois a concentração de SS dos melões comercializáveis não deve ser menor do que 10⁰ Brix (VALLESPER, 1999). Analisando as exigências do mercado, Souza, Menezes e Alves (1994) verificaram que os melões cultivados para exportação devem ser colhidos com um teor de SS variando de 9 a 11⁰ Brix enquanto que, para o mercado interno, devem possuir um teor de 12 a 14⁰ Brix.

Considerando a tendência mundial de incrementar as barreiras não tarifárias, como meio de proteger a produção interna, os produtores e exportadores brasileiros necessitam manter-se atualizados com relação às mudanças das exigências de mercado, para desenvolverem, com órgãos governamentais, ações com objetivo de reduzir seus impactos nas exportações buscando oferecer frutos com maior qualidade ao mercado.

As exigências, para comercialização do melão no mercado internacional, baseiam-se em critérios nutricionais, higiênicos, tecnológicos e sensoriais que influenciam a aceitação pelo consumidor, além da resistência ao manuseio, transporte e armazenamento que determinam o preço do produto (MIRANDA et al., 2005). De acordo com Menezes et al. (2000), são exigidos frutos firmes com conteúdo médio de sólidos solúveis (SS), acima de 9%, bem desenvolvidos e em estágio de maturação satisfatório para suportar as condições de transporte e manuseio. O teor de sólidos solúveis pode ser influenciado por fatores genéticos, ambientais, irrigação e nutrição das plantas. Dessa forma, o teor de sólidos solúveis totais, o pH e acidez titulável (AT), em melão, têm sido avaliados para analisar a influência desses fatores sobre esses atributos (FERNANDES; RODRIGUES; TESTEZLAF, 2003; MIGUEL et al., 2008; MIRANDA et al., 2005; NEGREIROS et al., 2005; VARGAS et al., 2008).

De acordo com Aulenbach e Worhington (1974) e Yamaguchi et al. (1977), o teor de SS, expresso como porcentagem da massa da matéria fresca, apresenta alta correlação positiva com o teor de açúcares e, portanto, geralmente, é aceito como importante característica de qualidade. Essa correlação, no entanto, não é total, de modo que um alto SS não define, adequadamente, boa qualidade do melão.

Também, de acordo com Bianco e Pratt (1977), melões com alto SS não são, necessariamente, de boa qualidade, porém a ausência de alto SS indica baixa qualidade do fruto.

O teor de SS tem sido usado como indicador da qualidade de outros frutos, como goiaba (NATALE et al., 1995a, 1995b) e maçã (VENTURA et al., 1998). Em alguns tipos de frutos, o SS é de importância tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, visto que elevados teores na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento, resultando em maior economia no processamento.

2.4 Melancia

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) é originária das regiões secas da África tropical, centro de diversificação secundário no Sul da Ásia. É derivada, provavelmente, da variedade *C. lanatus*, variedade citroides existente na África Central. A domesticação ocorreu na África Central onde a melancia é cultivada há mais de 5000 anos. No Egito e no Médio Oriente é cultivada há mais de 4000 anos. Segundo Puiatti e Silva (2005), a cultura foi introduzida na América, no século XVI, provavelmente, pelos escravos, embora estudos tenham evidenciado ser o Nordeste do Brasil um centro de diversidade da espécie.

A cultura da melancia era conhecida dos egípcios há cerca de 2.000 anos a.C. e, por causa da diversidade de formas silvestres, atualmente, aceita-se mais que o gênero *Citrullus* tenha origem na África. Foi introduzida no continente americano pelos escravos e colonizadores europeus no século 16. A espécie se difundiu pelo mundo inteiro e é cultivada nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. A variabilidade genética trazida do continente africano aliado ao processo de manejo da cultura, na agricultura tradicional da região, tornou o Nordeste brasileiro um centro secundário de diversificação da melancia (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010).

O gênero *Citrullus* é classificado como parte da divisão Magnoliophyta, da classe Magnoliopsida, da subclasse Dilleniidae, da ordem Violales e da família Cucurbitaceae. No gênero *Citrullus* estão incluídas quatro espécies: *Citrulluslanatus*, *C. colocynthis*, *C. ecirrhosus* e *C. rehmi*. A espécie *Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum e Nakai inclui a melancia cultivada, para consumo humano; *Citrulluslanatus*, de ampla distribuição mundial e *Citrulluslanatus* var. *citroides*, uma forma silvestre encontrada no sul da África e cultivada, em outras partes do mundo, principalmente, para a alimentação animal (DIAS et al., 2010).

Segundo Romão (1995), as espécies do gênero *Citrullus* foram introduzidas pelos escravos africanos, durante o período de tráfico negreiro, tornando-se importantes e dispersando-se pelos Estados do Nordeste brasileiro, concentrando-se, principalmente, nos estados do Piauí e da Bahia, com a produção destinada aos mercados locais. Essa introdução ocorreu, durante o ciclo econômico da cana-de-açúcar, no século XVII. Nessa época, os escravos, que chegavam nas expedições vindas da África, para trabalhar nas lavouras canavieiras, traziam as próprias sementes de frutos de melancia do tipo redondo e pequeno (VILELA; AVILA; VIEIRA, 2006).

Como destacado por Romão (1995), as sementes das amostras de melancia foram trazidas da África, principalmente, pelas tribos Sudanesa e Banto, as maiores e que ocupavam as áreas de origem da melancia na África. Para Dias et al. (2010), é nesse continente que a diversidade de formas silvestres do gênero *Citrullus* é mais abundante. As amostras africanas entraram no Brasil desde o Rio de Janeiro até o Maranhão e depois ocuparam o interior do Nordeste brasileiro à medida que ele ia sendo ocupado (QUEIROZ, 2006). O cultivo era feito, inicialmente, em hortas que rodeavam as senzalas no litoral canavieiro no Nordeste, seguindo dessa região para o oeste e norte à chamada “região dos currais” (CASTELLANE; CORTEZ, 1995). O cultivo da melancia tem sido praticado, no Brasil, desde muitos anos, seguindo duas grandes vertentes de introdução. A mais antiga foi na agricultura tradicional do Nordeste brasileiro, após sua introdução pelos escravos africanos e que perdura até os dias atuais, sendo espalhada em quase todos os estados da região.

Desde a imigração da melancia para o Brasil, muito se tem visto em relação à evolução dos seus sistemas de cultivo. O advento da irrigação da cultura foi o grande marco, para que o fruto pudesse ser cultivado, durante todo o ano e em regiões onde a produção poderia ser prejudicada pelo baixo índice de chuvas (ASSUNÇÃO; WANDER; CARDOSO, 2013).

A variabilidade genética trazida do continente africano aliada ao processo de manejo da cultura, na agricultura tradicional da região, tornou o Nordeste brasileiro um centro secundário de diversificação da melancia. Na segunda introdução, com base em poucos genótipos comerciais, foi possível estabelecer grandes áreas com a cultivar *Charleston Gray* e, posteriormente, substituída pela cultivar *Crimson Sweet*, que, ainda, predomina nos dias atuais (QUEIROZ, 2006).

A melancia é uma planta anual, herbácea, de hábito de crescimento rasteiro, com ramificações sarmentosas e pubescentes. O caule é constituído de

ramos primários e secundários, que podem assumir disposição radial ramos de tamanho similar, partindo da base da planta ou axial um ramo mais longo com derivações opostas e alternadas a cada nó. Os ramos primários são vigorosos e longos, podendo superar a 10 m nas raças crioulas. No entanto, em variedades comerciais, geralmente, o comprimento do ramo principal é menor que 4 m. As folhas têm disposição alternada e, geralmente, apresentam limbo com contorno triangular, recortado em três ou quatro pares de lóbulos (folhas geralmente lobadas), de 15-20 cm de comprimento e de margens arredondadas. Possuem gavinhas, folhas modificadas, que auxiliam na fixação da planta ao solo. A partir de cada nó, originam-se uma folha e uma gavinha e, a partir do terceiro, cada nó, também, dá origem a flores. O sistema radicular é pivotante e mais desenvolvido, no sentido horizontal, concentrando-se até 30 cm abaixo da superfície do solo. Sob condições de umidade excessiva do solo ou morte de parte do sistema radicular, os nós, também, podem originar raízes adventícias (EMBRAPA, 2010).

As principais cultivares existentes no Brasil são de origem americana e japonesa, destacando-se Charleston Gray, Crimson Sweet, Sugar Baby, Jubile, Fairfax, Flórida Gigante, Omaru Yamato, além de alguns híbridos que estão no mercado como Crimson Glory, Emperor, Eureka, Rubi AG-8 e Safira AG-124. Também têm sido disponibilizados alguns híbridos de melancia sem sementes dos quais o mais comum é o Tiffany. No Brasil, cultivares do tipo Crimson Sweet têm sido plantadas em, praticamente, todas as regiões que cultivam melancia no país (CARVALHO, 1999).

A cultura da melancia é considerada uma das olerícolas mais importantes produzidas e comercializadas no mundo. Vários países do mundo cultivam a melancia, tais como: China, Irã (repúblicas islâmicas), Iraque, Egito, Brasil, Argélia e Cazaquistão (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2013). No Brasil, a

área plantada está em torno de 90,601 mil ha, com uma produtividade média de 2.079.547 toneladas. Dentre os estados que mais se destacam na produção de melancia são: Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, São Paulo, Tocantins, Pará e Pernambuco. As regiões Nordeste e Sul são responsáveis por 34,6% e 25,23%, respectivamente, da produção nacional. Entre as cultivares, a mais plantada é a ‘Crimson Sweet’ e tipos parecidos, respondendo, praticamente, por todo o fornecimento ao mercado consumidor (IBGE, 2012a, 2012b).

A cultivar Crimson Sweet foi desenvolvida pela Universidade do Kansas, nos Estados Unidos, em 1963, a partir de cruzamentos envolvendo as variedades (Miles x Peacock x Charleston Gray) e tem despontado com a mais cultivada no Brasil, sendo, ainda, a preferida por produtores e consumidores (SOUZA et al., 2004). As flores são unissexuadas, raramente 7 hermafroditas, as primeiras flores masculinas abrem-se cerca de 35 dias, após o plantio, por volta da sexta gema (SOUZA, 2008). Segundo o mesmo autor, a cultivar Crimson Sweet apresenta resistência à antracnose e à fusariose. É susceptível ao rachamento dos frutos, principalmente, quando submetida a regimes hídricos estressantes, como seca prolongada seguida de chuvas ou irrigação intensa.

A cv. Crimson Sweet apresenta frutos redondos, com peso médio entre 11 kg e 14 kg e boa resistência ao transporte, em função da firmeza da casca (EMBRAPA, 2007). Apresenta, ainda, casca clara com estrias verde - escuras e polpa vermelho intenso muito doce, sendo os frutos de tamanhos médio e grande de melhor qualidade (CARLOS et al., 2002). Porém o fruto apresenta vida útil pós-colheita, relativamente curta, principalmente, quando não é acondicionado de forma adequada, afetando sua qualidade, uma vez que é consumido, principalmente, na forma in natura (ARAÚJO NETO et al., 2000).

Seus frutos são utilizados, principalmente, na forma in natura, sendo, muitas vezes, apreciados pelo seu sabor doce e refrescante, especialmente, nas

horas mais quentes do dia. A casca pode ser aproveitada, para a fabricação de doces (SANTANA; OLIVEIRA, 2005) e, em algumas regiões, as sementes são consumidas tostadas. No mercado americano, a melancia é comercializada em fatias com casca ou na forma de cubos sem casca (PERKINS-VEAZIE; COLLINS, 2004) e essa prática já é uma tendência no Brasil. Além disso, a melancia é rica em licopeno (pigmento avermelhado) ou β -caroteno (pigmento amarelado) e carotenoides totais que, segundo Gomes (2007), são potentes antioxidantes que têm como função inibir ou retardar a ação de radicais livres no organismo humano, contribuindo, assim, para minimizar a ocorrência ou desenvolvimento de doenças cardiovasculares e cancerígenas.

É um fruto composto basicamente de água, cerca de 97%, possui sabor adocicado e características medicinais, por se tratar de um fruto diurético, auxilia no tratamento de problemas urinários, intestinais e respiratórios. Em média, uma melancia apresenta apenas 22 calorias e uma composição vitamínica em que se encontram as vitaminas A, B₁, B₂ e C (CARVALHO, 1999).

De acordo com Brown Junior e Summers (1985) e Elmostrom e Davis (1981), as principais variáveis usadas, para definir a qualidade da melancia, são: teor de açúcar, firmeza da polpa, sólidos solúveis (SS), aparência externa e interna e acidez titulável.

O teor de sólidos solúveis pode variar de acordo com a região; nas variedades Charleston Gray e Klondike, por exemplo, o teor de SS é maior na região central e menor na região próxima ao pedúnculo (CHISHOLM; PICHA, 1986a, 1986b; MACGILLIVRAY, 1947).

A temperatura de armazenamento é outro fator importante que interfere na qualidade dos frutos. A concentração de SS decresce com o aumento da temperatura de armazenamento (CHISHOLM; PICHA, 1986a, 1986b; RISSE et al., 1990), em razão do aumento da taxa respiratória dos frutos.

A frutose é o principal açúcar da melancia. O acúmulo de açúcar é observado de 20 a 36 dias após a antese. O conteúdo de frutose e glicose tende a diminuir, após 28 dias, a partir da antese, enquanto o conteúdo de sacarose e açúcares totais pode aumentar, no período de 20 a 60 dias, após a antese, dependendo da variedade (BROWN JUNIOR; SUMMERS, 1985; ELMOSTROM; DAVIS, 1981); quanto à firmeza da polpa, essa varia com a temperatura de armazenagem, embora algumas variedades mantenham sua firmeza, mesmo armazenadas com variação de temperaturas de 1°C, inicialmente, até 21°C; ao término do armazenamento, outras variedades tendem a diminuir (RISSE et al., 1990).

A temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante não só do ponto de vista comercial como também por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. A atividade metabólica das células deve ser suficiente, para mantê-las vivas, de forma a preservar a qualidade comestível dos frutos, durante o período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KADER et al., 1985).

De acordo com Risse e Hatton (1982), o armazenamento prolongado, a baixas temperaturas, torna as melancias sujeitas a várias formas de injúria por chilling e, em altas temperaturas, ficam sujeitas à deterioração.

A melancia é uma das principais frutas comercializadas, na Central de Abastecimento da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), em Mossoró, cujo preço de venda é regulado, de acordo com o seu tamanho, embora a qualidade do fruto não esteja, diretamente, relacionada ao seu tamanho. Associadas a isso, as condições de armazenamento não mantêm a qualidade do produto, implicando, negativamente, o preço de venda e a lucratividade do negócio.

2.5 Uso de software e desenvolvimento de modelos preditivos em ciência dos alimentos

O uso de programas matemáticos e estatísticos, para criação de modelos preditivos em ciência dos alimentos, tem aumentado, significativamente, nos últimos 20 anos. Esta tendência é, claramente, observada em virtude do aumento no desenvolvimento de softwares matemáticos e estatísticos que facilitam a criação e desenvolvimento de modelos preditivos. Essa tendência é atribuída ao baixo custo dos computadores e ao seu aumento da capacidade de processarem um grande número de dados. Essa tendência tem sido empregada, em diversas áreas do conhecimento, tais como: ciência e tecnologia de alimentos, medicina, química, agronomia, biologia, entre outras (GRANATO; CALADO, 2014).

Os softwares disponíveis no mercado, nos dias de hoje, possibilitam-nos fazer análises estatísticas simples, analisando modelos uni e bivariados, bem como análises complexas, com modelos multivariados de calibração e desenvolvimento para modelos preditivos. Esses softwares têm ganhado, a cada dia, mais espaço na pesquisa, sendo de grande importância em várias áreas do conhecimento, para desenvolver modelos preditivos, aperfeiçoar processos industriais no processamento de alimentos, entre outros, simulações na indústria alimentícia, cálculo da estabilidade de compostos químicos, durante processamento de alimentos (BOEKEL, 2008; CORRADINI; PELEG, 2006; TENENHAUS-AZIZA; ELLOUZE, 2015). Esses fatos destacam a importância dos instrumentos estatísticos, no que diz respeito aos aspectos envolvidos, na qualidade e segurança alimentar.

É importante ressaltar o uso de técnicas estatísticas precisas, incluindo a avaliação sensorial, para o desenvolvimento de produtos, processamento, microbiologia bem como o controle de qualidade aplicado na área de ciência e tecnologia de alimentos.

2.5.1 Software estatístico

Existem no mercado vários softwares, para análises de dados, uns disponíveis para baixar, gratuitamente, como: OpenStat, SOF, EpiInfo, Vista, PSPP, BROffice (Brasil), Chemoface e SensoMaker (UFLA, Brasil) e Ação (Statcamp, Brasil); outros pagos, tais como: Statistica, Stata, Unscrambler, Minitab, SAS, Pirueta, Design- Expert, Matlab, MathCad, Statistical Package for the Social Sciences-SPSS. Os elevados custos, que envolvem os programas pagos, têm influenciado a grande procura por programas gratuitos, por alunos, pesquisadores e professores, que optam por sua utilização em razão de seu baixo custo e facilidade em adquiri-los. Esses programas apresentam inúmeras vantagens, para a ciência dos alimentos, tais como: gráficos com uma alta definição podem ser gerados em segundos, simulação de resultados, desenvolvimento de equações e modelos estatísticos, matemáticos e preditivos podem ser feitos em alguns segundos, com o auxílio desses programas (TEÓFILO; FERREIRA, 2006).

2.5.2 Modelos Uni e Multivariados

Pode-se utilizar estatística para vários fins em ciência dos alimentos. Essa finalidade depende do propósito a ser aplicado tanto na pesquisa como no desenvolvimento e testes de alimentos (ALEZANDRO et al., 2011; BESTEN et al., 2013). Os modelos multivariados têm sido amplamente utilizados, em ciência e tecnologia de alimentos, tanto para testes com alimentos como para desenvolvimento de novos alimentos e em aspectos microbiológicos (GRANATO; CALADO; JARVIS, 2014).

Para se obter resultados confiáveis, deve-se levar em conta alguns parâmetros estatísticos, tais como: homogeneidade das variâncias, valores de R e P calculados, acima dos valores indicados em literatura, para que se tenha uma

elevada acurácia dos modelos desenvolvidos (GRANATO; CALADO; JARVIS, 2014).

Modelos uni e multivariados estão sendo amplamente utilizados em ciência e tecnologia de alimentos, com várias finalidades: desenvolvimento de novos produtos, testes microbiológicos, análise de alimentos, teste de ingredientes e parâmetros do processamento de alimentos (BAS; BOYACI, 2007; BASSANI; NUNES; GRANATO, 2014; DOMÍNGUEZ-PERLES et al., 2014; FARRIS; PIERGIOVANNI, 2009; GRANATO et al., 2010, 2014).

Algumas desvantagens podem ser encontradas na utilização desses modelos, por exemplo:

- a) elevado número de ensaios para se obter modelos confiáveis;
- b) elevados custos com equipamentos, reagentes, dentre outros;
- c) maior tempo para execução do ensaio.

Técnicas quimiométricas estão cada vez mais sendo aplicadas não só em ciência e tecnologia de alimentos, mas também em áreas afins, tais como Nutrição (ALEZANDRO; GRANATO; GENOVESE, 2013; CORRÊA et al., 2014; DOMINGO et al., 2014; NUNES, 2014; ZIELINSKI et al., 2014). Ferramentas estatísticas e matemáticas estão disponíveis, para o desenvolvimento de modelos, usando várias técnicas, incluindo reconhecimento de padrões, classificação e calibração multivariada. A quimiometria permite uma análise multivariada de dados complexos e a extração de informações relevantes desses dados.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica clara a insatisfação dos consumidores no que se concerne aos frutos ofertados pelo mercado. Diante dessa insatisfação, assinala-se a necessidade de monitorar, identificar a qualidade e determinar padrões mínimos de qualidade de frutos comercializados pelo mercado. Dentro desses aspectos, é necessário ter um feed back do setor produtivo, para que o produtor tenha ciência da opinião dos consumidores, ao adquirirem frutos no mercado, transmitindo-lhe, assim, informações importantes, para que o setor possa sempre inovar em práticas culturais e em novas cultivares, que atendam à expectativa mínima exigida pelo mercado consumidor.

Para auxiliar o monitoramento e desenvolvimento de padrões mínimos de qualidade, ferramentas matemáticas e estatísticas, cada vez mais, estão sendo empregadas como auxílio no desenvolvimento de modelos preditivos, que possam ser aplicados, a fim de se monitorar e identificar a qualidade mínima dos frutos ofertados, levando, assim, ao produtor, o conhecimento da qualidade de seus produtos comercializados e, também, ao consumidor a possibilidade de estar sempre adquirindo produtos que atendam sua exigência.

No presente trabalho, objetivou-se determinar padrões mínimos de qualidade de melão e melancia e, também, desenvolver modelos preditivos que auxiliem as CEASAs a monitorar a qualidade dos frutos que chegam nas centrais para serem comercializados.

Nos artigos 1 e 2, determinaram -se os padrões mínimos de qualidade, para melões e melancias comercializados, no Brasil, e também, desenvolveram-se modelos preditivos de aceitação sensorial, que indicam a qualidade desses frutos comercializados no Brasil.

Sendo assim, o presente trabalho oferece ferramentas de monitoramento de qualidade de frutos passíveis de serem transferidas às Centrais de Abastecimento, para serem empregadas no monitoramento da qualidade dos

frutos ofertados ao mercado, além de servir como um parâmetro importante para classificação, estabelecimento de preços e comercialização dos frutos.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Disponível em:

<<http://www.agriannual.com.br/produçãobrasileiraereacolhida>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2., 1992, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 100-106.

ALEZANDRO, M. R. et al. Nutrition aspects of second generation soy foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 59, n. 10, p. 5490-5497, May 2011.

ALEZANDRO, M. R.; GRANATO, D.; GENOVESE, M. I. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg), a Brazilian grape-like fruit, improves plasma lipid profile in streptozotocin-mediated oxidative stress in diabetic rats. **Food Research International**, Barking, v. 54, n. 1, p. 650-659, Nov. 2013.

ARAÚJO NETO, S. E. et al. Qualidade e vida útil pós-colheita de melancia Crimson Sweet, comercializada em Mossoró. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 235-239, 2000.

ASSUNÇÃO, P. E. V.; WANDER, A. E.; CARDOSO, J. S. Custos e viabilidade econômica do sistema de produção de melancia no Sul do Estado de Goiás. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2013, Belém. **Resumos...** Belém: SOBER, 2013. 1 CD-ROM.

AULENBACH, B. B.; WORTHINGTON, J. T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index? **HortScience**, Alexandria, v. 9, p. 136-137, 1974.

BAS, D.; BOYACI, I. H. Modeling and optimization I: usability of response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, p. 836-845, 2007.

BASSANI, B. C.; NUNES, D. S.; GRANATO, D. Optimization of phenolics and flavonoids extraction conditions and antioxidant activity of roasted yerba-mate leaves (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) using response surface methodology. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 2, p. 923-933, June 2014.

BESTEN, M. A. et al. Chemical composition of volatiles from male and female specimens of *Baccharis trimera* collected in two distant regions of southern Brazil: a comparative study using chemometrics. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, p. 1096-1100, 2013.

BIANCO, V. V.; PRATT, H. K. Composition changes in muskmelon during development and in response to ethylene treatment. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, Alexandria, v. 102, n. 2, p. 127-133, 1977.

BOEKEL, M. A. J. S. van. Kinetic modeling of food quality: a critical review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 7, n. 1, p. 144-158, Jan. 2008.

BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://portal.siscomex.gov.br/legislacao/orgaos/secretaria-de-comercio-exterior-secex>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BROWN JUNIOR, A. C.; SUMMERS, W. L. Carbohydrate accumulation and color development in watermelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 110, n. 5, p. 683-687, 1985.

CARLOS, A. L. X. et al. Vida útil pós-colheita de melancia submetida a diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 29-35, 2002.

CARVALHO, R. N. **Cultivo da melancia para a agricultura familiar**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1999. 127 p.

CASTELLANE, P. D.; CORTEZ, G. E. **A cultura da melancia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 64 p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 6 mar. 2016.

CHISHOLM, D. N.; PICHA, D. H. Distribution of sugar and organic acids within ripe watermelon fruit. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 3, p. 501-503, 1986a.

CHISHOLM, D. N.; PICHA, D. H. Effect of storage temperature on sugar and organic acid contents of watermelon. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 4, p. 1031-1033, 1986b.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed., rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 293 p.

COELHO, E. L. et al. Qualidade de fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 173-178, 2003.

CORRADINI, M. G.; PELEG, M. On modeling and simulating transitions between microbial growth and inactivation or vice versa. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 108, n. 1, p. 22-35, 2006.

CORRÊA, S. C. et al. Prediction of the sensory acceptance of fruits by physical and physicochemical parameters using multivariate models. **Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 59, n. 5, p. 666-672, May 2014.

DIAS, R. C. S. et al. **Sistema de produção de melancia: cultivares**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/cultivares.htm>>. Acesso em: 4 set. 2015.

DOMINGUES, E. T. et al. Seleção de clones de laranja pera e variedades assemelhadas quanto á qualidade do fruto e ao período de maturação. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 20, n. 2, p. 433-455, 1999.

DOMÍNGUEZ-PERLES, R. et al. Assessment of (poly)-phenols in grape (*Vitis vinifera* L.) stems by using food/pharma industry compatible solvents and Response Surface Methodology. **Food Chemistry**, London, v. 164, p. 339-346, Dec. 2014.

DOMINGO, E. et al. Melamine detection in milk using vibrational spectroscopy and chemometrics analysis: a review. **Food Research International**, Barking, v. 60, p. 131-139, June 2014.

ELMOSTROM, G. W.; DAVIS, P. L. Sugar in developing and mature fruits of several watermelon cultivars. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 106, n. 3, p. 330-333, 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura da melancia**. 2. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2007. 85 p. (Coleção Plantar, 57).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 10 mar. 2016.
FARRIS, F.; PIERGIOVANNI, L. Optimization of manufacture of almond paste cookies using response surface methodology. **Journal of Food Process Engineering**, Westport, v. 32, p. 64-87, 2009.

FERNANDES, A. L. T.; RODRIGUES, G. P.; TESTEZLAF, R. Mineral and a organomineral fertirrigation in relation to quality of greenhouse cultivated melon. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 149-157, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production/crops**. Rome, 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

GOMES, F. S. Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 5, p. 537-548, 2007.

GRANATO, D.; CALADO, V. M. A. The use and importance of design of experiments (DOE) in process modelling in food science and technology. In: GRANATO, D.; ARES, G. (Ed.). **Mathematical and statistical approaches in food science and technology**. Oxford: Wiley Blackwell, 2014. p. 1-54.

GRANATO, D.; CALADO, V. M. A.; JARVIS, B. Observations on the use of statistical methods in food science and technology. **Food Research International**, Barking, v. 55, p. 137-149, Jan. 2014.

GRANATO, D. et al. Analytical strategy coupled with response surface methodology to maximize the extraction of antioxidants from green, yellow, and red teas (*Camellia sinensis* var *sinensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 62, n. 42, p. 10283-10296, 2014.

GRANATO, D. et al. Physical stability assessment and sensory optimization of a dairy-free emulsion using response surface methodology. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 3, p. 149-155, 2010.

HF BRASIL. **Projeto melancia**: a hortifrúti Brasil presenteia o setor com mais um acultura em 2015. Disponível em:
<<http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/anuario-2014-2015.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

HULME, A. C. **The mango**: the biochemistry of fruit and their products. 2nd ed. London: Academic, 1974. v. 2, 254 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF)**. Rio de Janeiro, 2012a. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=25>. Acesso em: 6 mar. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2012b. 101 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:
<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2013/pam2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2013/pam2013.pdf)>. Acesso em: 6 mar. 2016.

KADER, A. A. et al. **Post-harvest technology of horticultura crops**. Berkeley: University of California, 1985. 185 p.

MACGILLIVRAY, J. H. Soluble solids content of diferent regions of watermelons. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 22, p. 637-640, 1947.

MARCHI, R. J. **Determinação de curvas de maturação de laranja Pera na região de Bebedouro, SP**. 1993. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

MARUYAMA, C. R.; BRAZ, L. T.; CECILIO FILHO, A. B. Condução do melão rendilhado sob cultivo protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICO NA AGRICULTURA, 2.; SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS, ALIMENTARES E CONDIMENTARES, 1., 2000, São Pedro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 175-178, 2000. Suplemento.

MENDLINGER, S. Effect of increasing plant density and salinity on yield and fruit quality in muskmelon. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 57, p. 41-49, 1994.

MENEZES, J. B. et al. Características do melão para exportação. In: ALVES, R. E. (Org.). **Melão: pós-colheita**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000. p. 13-22.

MENEZES, J. B. et al. Efeito do tempo de insolação pós-colheita sobre a qualidade do melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 1, p. 80-81, 1998.

MIGUEL, A. A. et al. Comportamento produtivo e características pós-colheita de híbridos comerciais de melão amarelo, cultivados nas condições do litoral do Ceará. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 756-761, maio/jun. 2008.

MIRANDA, N. de O. et al. Variabilidade espacial da qualidade de frutos de melão em áreas fertirrigadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 242-249, 2005.

NAKAMEA, I. J. **Agriannual: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2004. 496 p.

NATALE, W. et al. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 7-15, 1995a.

NATALE, W. et al. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava*, L.). **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 6, p. 69-75, 1995b.

NEGREIROS, M. Z. de et al. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de irrigação e cobertura de solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 242-249, 2005.

NUNES, C. A. Vibrational spectroscopy and chemometrics to assess authenticity, adulteration and intrinsic quality parameters of edible oils and fats. **Food Research International**, Barking, v. 60, p. 255-261, June 2014.

PEREIRA, M. E. C. et al. **Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. 40 p. (EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 156).

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Flesh quality and lycopene stability of flesh-cut watermelon. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 31, n. 2, p. 159-166, 2004.

POZZAN, M.; TRIBONI, H. R. Colheita e qualidade do fruto. In: MATTOS JUNIOR, D. et al. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo; FUNDAG, 2005. p. 801-822.

PROTRADE. **Melons - export manual: tropical fruits and vegetables**. Eschborn: GTZ, 1995. 36 p.

PUIATTI, M.; SILVA, D. J. H. Abóboras e morangas. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005. p. 279-297.

QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos de cucurbitáceas na agricultura tradicional do nordeste brasileiro: origem, potencial e perspectivas de uso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2006, Lavras. **Anais...** Lavras: Ed. UFLA, 2006. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/134216/1/OPB1109.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

RASMUSSEN, G. K.; PEYNADO, A.; HILGEMEN, R. The organic acid content of Valência oranges from four locations in the United States. **Processing of American Society of Horticultural Science**, Chicago, v. 89, p. 206-210, 1996.

REUTHER, W.; RIOS-CASTAÑO, D. Comparison of growth maturation and composition of citrus fruit in subtropical California and tropical Colombia. In: INTERNATIONAL CITRUS SYMPOSIUM, 1., 1969, Riverside. **Proceedings**. Riverside, 1969. p. 277-300.

RISSE, L. A. et al. Storage characteristic of small watermelon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 115, n. 3, p. 440-443, 1990.

RISSE, L. A.; HATTON, T. T. Sensitivity of watermelons to ethylene during storage. **HortScience**, Alexandria, v. 17, p. 946-948, 1982.

ROMÃO, R. L. **Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai em três regiões do Nordeste brasileiro**. 1995. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba, 1995.

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*Cucurbita citrullus*, Shrad) na produção artesanal de doces alternativos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 363-368, 2005.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Agronegócio**: fruticultura. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2015.

SOUZA, F. F. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2008. 43 p.

SOUZA, F. F. et al. Avaliação de descritores morfológicos em genótipos de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] avaliados em Porto Velho - RO. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55.; REUNIÃO DE BOTÂNICOS DE MG, BA E ES, 26., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Botânica do Brasil; Ed. UFV, 2004. 1 CD-ROM.

SOUZA, M. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no Estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 188-190, 1994.

TENENHAUS-AZIZA, F.; ELLOUZE, M. Software for predictive microbiology and riskassessment: a description and comparison of tools presented at the ICPMF8 Software Fair. **Food Microbiology**, London, v. 45, p. 290-299, Feb. 2015.

TEÓFILO, R. F.; FERREIRA, M. M. C. Chemometrics II: spreadsheets for experimental design calculations, a tutorial. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 338-350, 2006.

VALLESPER, A. N. **Post-recolección de hortalizas**: compendio de horticultura. Reus: Ediciones de Horticultura, 1999. v. 3, 301 p.

VARGAS, P. F. et al. Qualidade de melão rendilhado (*Cucumis melo* L.) em função do sistema de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 137-142, jan./fev. 2008.

VENTURA, M. et al. Non-destructive determination of soluble solids in apple fruit by near infrared spectroscopy (NIRS). **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 14, p. 21-27, 1998.

VILELA, N. J.; AVILA, A. C.; VIEIRA, J. V. **Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2006. 12 p. (Circular Técnica. EMBRAPA Hortaliças, 42).

YAMAGUCHI, M. et al. Quality of cantaloupe muskmelons: variability and attributes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 59-70, 1977.

ZIELINSKI, A. A. et al. Effect of mash maceration and ripening stage of apples on phenolic compounds and antioxidant power of cloudy juices: a study using chemometrics. **LWT - Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 57, n. 1, p. 223-229, June 2014.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS***ARTIGO 1 - SENSORY ACCEPTANCE PREDICTION AND
DETERMINATION OF MINIMUM QUALITY STANDARD FOR MELON***

Ezequiel Malfitano Carvalho^a, Ana Carla Marques Pinheiro^a, Heloísa Helena de Siqueira Elias^a, Rafael Carvalho do Lago^a, Síntia Carla Corrêa^a, Cleiton Antônio Nunes^a, Gustavo Costa de Almeida^b, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas^{a,*}

^aUFLA, Food Science Department, Federal University of Lavras, P.O. Box 3037 Lavras, Minas Gerais, Brazil.

^b CEASA, BR-040, km 688, s/n, Guanabara, Contagem, Minas Gerais, 32145-900, Brazil.

(Preparado de acordo com as normas da Revista “Food Research International” – submetido ao periódico).

ABSTRACT

The variation in the quality of the fruits sold in Brazil, a result of the failure to establish a minimum quality standard, harms marketing and leads to dissatisfaction of the consumer, who obtains inferior products. The establishment of minimum quality standards can be achieved through rapid, cheap and easy physical and physicochemical analysis, which correlate well with sensory attributes. The objective of this study was to monitor the quality, in different seasons, of the 'Yellow' melon marketed by CEASA Minas, located in Contagem, Minas Gerais, Brazil, as well as establish a minimum quality standard for the 'Yellow' melon, and develop predictive models based on consumer sensory acceptance. The variables measured associated with quality were, pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), pulp firmness and color and juice yield. Consumer sensory acceptance scores were calibrated with physicochemical variables through multiple linear regression to build the predictive model. Finally, a score for a minimum fruit quality standard based on the sensory analysis results was established. There was wide variation in the quality variables of the fruits along the study time. Univariate prediction models were not significant, however the multivariate models showed good functionality, using all variables or their combinations. Thus, two multivariate models were obtained, one considering all the variables under study (pH, TA, SS, SS / TA, firmness, L *, a *, b *, Croma, h° and % juice) and another using the variables SS and firmness. Finally, a Minimum General Quality Standard for the 'Yellow' melon was obtained, based on the consumer overall impression scores. The association of the minimum standard with the obtained models can be used to predict the consumer sensory acceptance through simple, fast and inexpensive physical and physicochemical measurements, certifying that the fruit being marketed meets, or not, the Minimum Standard Quality established. Besides, the predictive models may be used to set fairer prices for melon,

according to its sensory quality.

Keywords: *Cucumis melo* L.; consumer satisfaction; physicochemical analysis; predictive model; sensory quality.

1 Introduction

The variation in the quality of the fruits sold by wholesale markets (CEASAs) during the year is associated with pre-harvest and postharvest factors such as genetics, climate, cultivation practices, maturity stage and harvest method, post-harvest handling procedures and processing methods (Lee & Kader 2000).

In Brazil, there is a wide variation in fruit quality during the year, a result of the failure to establish a minimum standard of quality and low control of physical and physicochemical variables associated with quality.

The constant fruit quality improvement, an increasing consumer market demand, is currently the biggest challenge of the fruit sector, low fruit quality being the leading cause of low sales figures achieved by producers and of consumer dissatisfaction with fruits that reach their table.

Melon (*Cucumis melo* L.) is one of the most important vegetables in the world. The largest producer is China, with about 50% of world production and it is also the country with the largest acreage. China, Turkey, Iran, Egypt and India stood out as the five largest producers of melon in 2013. Brazil occupies the eleventh position among the largest producers of the fruit (FAO, 2015).

In Brazil, the area planted with melon in 2013 was 22,019 ha and 565,900 tons were produced with an average yield of 25.7t / ha (FAO, 2015). Currently, melon is one of the most economically and socially important fruit/vegetable crops for Brazil's Northeast region, which accounts for 95.11% of production in the country (IBGE, 2012). The success of the crop in the Northeast is due to the excellent climatic conditions for its development (light

intensity and duration, high temperature and low rainfall) (Silva et al., 2002). These conditions ensure excellent development of the whole plant, providing high yields and high fruit quality.

The Mossoró-Assu agropole produces various commercial types of melon, such as: Yellow, Santa Claus, Cantaloupe, Galia and Charenthais. The 'Yellow' type melon accounts for over 50% of the production area. This type of melon belongs to the *inodorus* botanical variety, characterized as a fruit without aroma and high post-harvest conservation.

Variables must be monitored to ensure fruit quality and consequently customer satisfaction. The fruit size, aroma, flavor, soluble solids and pulp firmness are factors that determine the quality of the melon fruit (SIQUEIRA et al. 2009).

Studies show good correlation between physical and / or chemical measurements and descriptive sensory attributes (MEHINAGIC, ROYER, SYMONEAUX, BERTRAND, E JOURJON, 2004; MESTRES, DÖRTHE, E EL, 2004; NILSEN & ESAIASSEN, 2005; CABEZAS, GONZÁLEZ-VIÑAS, BALLESTEROS, MARTÍN-ALVAREZ, 2005).

Predictive models can be created by means of univariate analysis, where each variable is analyzed individually or by means of multivariate analysis, where multiple variables are analyzed simultaneously. Corrêa et al. (2014) successfully built multivariate predictive models, associating variables of rapid determination, simple and inexpensive, to sensory acceptance of pineapple, orange and grape. Thus, predictive models of sensory acceptance could be used for Distribution Centers, to define, in a fair manner, fruit prices as a function of their quality. However, it is important to set a minimum standard of quality, so that fruits that do not meet consumer expectations are not offered for sale. The acquisition and consumption of products of lower than expected quality frustrates consumers and reduces the possibility of new acquisitions. The

definition of a minimum standard of quality can also be obtained by the association of physical and physical-chemical analysis to sensory analysis.

The objective of this study was to monitor the quality the 'Yellow' melon, marketed in Brazil, develop predictive models of consumer sensory acceptance, based on rapid physical and physical-chemical responses, inexpensive and objective, and to set minimum standards of quality for the fruit, so that these results can be used in combination in order to know whether the analyzed sample has reached the minimum score that meets consumer expectations, i.e., the minimum quality standard of the fruit.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Samples

'Yellow' melons were obtained in CEASA Minas (Central Supply of Minas Gerais), headquartered in Contagem, Minas Gerais, Brazil, one of the two most important central supply distribution centers in Brazil. Food products marketed in this Center are distributed throughout the country. The samples were of the same variety, but from different regions and / or producers. The fruits used had no injuries.

Once purchased, the fruits were transported to the Fruit and Vegetable Postharvest Laboratory of the Food Science Department, Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil, where they were washed for the removal of dirt and sanitized with sodium hypochlorite at 100 ppm. To standardize the samples to be evaluated, the fruits were peeled and cut perpendicular to the main axis, into three equal parts. The ends were discarded, using the middle third of the fruit, which was divided into four parts. These pieces were then placed in a tray for homogenization of samples. The samples were then divided into two lots, one for sensory analysis and the other for physical and physicochemical analysis. The physical and physicochemical analyzes were performed immediately after

preparation of the fruits and sensory analysis occurred about two hours after preparation. During this time, the samples were kept under refrigeration in a cold chamber at 14°C. The analyzes were performed every two months, from August, 2012 to February, 2015, totaling sixteen data collection, with five repetitions per bimester collection. Each repetition consisted of a six-melons. The repetitions were distinguished for being from different sources.

2.2 Physical and physico-chemical analyzes

The physical and physico-chemical evaluations were performed in the middle third of the fruit. Analyzes were conducted of pH, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), SS / TA ratio, color (L*, a*, b* h° C*) and fruit surface firmness (peeled) and of its center, in addition to the juice yield (%). The data for pH, SS and TA were obtained using filtered homogenate after trituration of the pulp of six melons in a multiprocessor without water addition. For each repetition (box of six melons) six readings were conducted. The analyzes of firmness and coloration were performed individually in each of the six fruits coming from each box.

A calibrated pH meter, TECNAL (Tec 3MP), was used to measure pH, according IAL (2008).

TA was determined by titration with 0.01 N NaOH, according to the IAL (2008). TA was expressed as percentage of citric acid.

A calibrated Atago PR100 digital refractometer was used to determine the SS content with automatic temperature compensation at 25° C (AOAC, 1998). The results were expressed in %.

The SS / TA ratio was obtained by dividing the of TA content value by the SS content.

Coloration was evaluated by a calibrated Minolta CR 400 colorimeter with illuminant D65, by determining the variables L*, a*, b*, h° and C*.

Readings were taken from opposite sides of each sample, directly on the surface of the pulp or rind.

The firmness was measured by puncture test, with a Magness-Taylor penetrometer of 5-millimeter diameter probe. The middle third of the fruits was used. Evaluations were performed on the surface of the fruit after removal of the peel and in the center of the fruit. The results were expressed in Newtons (N).

After weighing of the pulp, free from peel and seed, and processing in a multiprocessor the juice yield was determined by noting the final volume in ml. The calculation used to obtain the % juice were as follows:

$$\% = \text{Juice volume (ml)} / \text{pulp weight (g)} \times 100$$

All data were submitted to the Scott Knott test ($p = 0.05$) using SISVAR v 5.1 (FERREIRA, 2000).

2.3 Consumer acceptance testing

Regarding the sensory analysis, consumers evaluated the samples based on the overall impression, using a 9-point hedonic scale (1 = dislike extremely, 2 = dislike very much, 3 = dislike moderately, 4 = disliked slightly, 5 = neither like nor dislike; 6 = like slightly, 7 = like moderately; 8 = like very much, 9 = like extremely) (Stone & Sidle, 1993). The experiments were conducted in a closed stall under white illumination. The samples were labeled with three random digit on a white surface. These samples were presented in a monadic manner and a balanced order (WAKELING & MACFIE, 1995).

Approximately 90 consumers of both sexes, 18-60 years of age were asked to perform the test. Overall acceptance of data were used to build the sensory score predictive model. In order to obtain the minimum standard quality, consumers were asked if the analyzed sample met, or not, their minimum expectations.

2.4 Detection of outliers

For the detection of outliers, two complementary quantities were used: leverage and studentized residuals. Leverage is a measure of the influence of a sample in the regression model. Residuals are another way to detect deviations. These correspond to variations between the reference data and the amounts estimated by the model. Studentized residuals are defined in units of the standard variance of the mean value; values above ± 2.5 are considered high (BARTHUS, MAZO, & POPPI, 2005).

2.5 Construction of models

The construction of the sensory score predictive model was based on statistical analysis. Data collection during one year was used (October, 2012 to October, 2013). Fruit peel data were not used to build the predictive model, for not having a sensorial association. The sensory acceptance scores were obtained based on the overall impression data. The average physicochemical values (X) were calibrated against average overall impression (Y) by multiple linear regression (MLR), i.e., a multivariate calibration, where the dependent variable is a function of various independent variables (Table 1). Univariate calibration was also carried out considering each physicochemical variable individually.

Table 1: Independent variables (X) and dependent variables (Y) used in the prediction models.

Sample	X	Y
Melon	pH, SS ^a , TA ^b , SS/TA, firmness in the center, L*, a*, b*, C*, h°, %juice	Overall Impression

^a Soluble Solids; ^b Titratable Acidity

The entire data set was divided into two groups: the calibration sets and testing sets. The Kennard-Stone algorithm was used to separate the samples into the calibration group and test group. This algorithm selects the samples based on Euclidean distance (Kennard & Stone, 1969). Calibration samples were used in the calibration step and validation tests, while the test samples (samples not used for calibration) were used to test the predictive ability of the model.

The calibration performance was evaluated using the root mean square error of calibration (MSE) and the squared correlation coefficient of calibration (R^2_{cal}) (FAGAN et al., 2007).

A y-randomization test was also used to validate the models. This test consists of several runs for which the original descriptor matrix X is kept fixed, and only the y vector is scrambled (randomized). Also RMSEY-Rand and R^2Y -rand performance parameters were calculated. The models obtained under such conditions should be of poor quality and with no real significance (randomization). A performance on the y-randomization test equivalent to the calibration performance indicates an adjusted model, because of the possibility of correlation (KIRALJ & FERREIRA, 2009).

In order to provide insight into the statistical difference between R^2_{cal} and R^2y -rand, the R^2p performance parameters need to be calculated (ROY, PAUL, MITRA, & ROY, 2010; MITRA, SAHA, & ROY, 2010).

Finally, the models were tested using an external set of test samples (samples not included in the calibration, i.e., independent of all model building processes) to test the model's predictive ability. At this stage, five samples were used for each fruit. The mean squared error of prediction (RMSEP) and the squared correlation coefficient of prediction (R^2_{pre}) were used as statistical parameters to evaluate the model's performance in the prediction.

The R^2M performance parameter was then calculated to provide information on the statistical difference between R^2 and R^2_0 (ROY et al, 2010;.

MITRA et al, 2010).

All these calculations (univariate and multivariate calibration and principal component analysis) were performed using the free software Chemoface version 1.5 (NUNES, FREITAS, PINHEIRO, & BASTOS, 2012).

2.6 Determination of the Minimum Standard

The Minimum Standard was determined based on the overall consumer acceptance scores. We used the paired comparison table (bilateral) (MEILGARD, CIVILLE and CARR, 1987) in order to establish the minimum number of judgments in proportion to the total number of panelists, and the number of concordant panelists in each of the responses under review. After determining whether there was a significant difference between the scores "yes" and "no" in each of the samples, the minimum standard was considered the lowest average of the samples that received most of the "yes" scores, with significance.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Fruit quality

Data on physical and physicochemical variables associated with quality of 'Yellow' melon, obtained throughout the study period are presented in Tables 2 and 3. Tables 2 and 3 were constructed from the results of 474 assessments of each variable [(16 bimesters x 5 reps x 6 assessments) - 6 lost plots = 474].

Significant variations were observed for all variables, over the evaluation period, regardless of the collection bimester, which indicates the lack of a fruit quality standard, which can not be associated, based on the evidence, to the time of year. Indeed, the fruits marketed in CEASAMinas come from different regions and crops subjected to different soil and climate conditions and different cultivation practices. Depending on the distance between the growing

region and CEASA, the fruits can be harvested at different maturity stages. All these factors can affect the fruit quality. Despite this reality, efforts should be made in order to produce and provide the consumer with fruit with minimal variations in quality and within a consumer-accepted standard. The significant changes observed over the 16 bimesters of analysis suggested high possibility of melon-consumer frustration, if not always, at least at some fruit shopping occasions.

Table 2: pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), pulp firmness, fruit firmness and juice yield of the 'Yellow' melon marketed in CEASA Minas from August, 2012 to February, 2015.

Evaluation (month/yea r)	pH	SS (%)	TA (%)	Center pulp firmness (N)	Surface pulp firmness (N)	Juice yield (%)
8/2012	5.87c	9.59c	0.09d	7.08c	34.99e	51.68d
10/2012	5.97b	9.15d	0.17a	5.54d	48.10d	81.79a
12/2012	5.92c	9.21d	0.10d	8.02b	57.01d	52.85d
2/2013	5.67d	8.72d	0.10d	12.21a	79.32c	78.04a
4/2013	6.05b	9.71b	0.10d	8.52b	90.66b	78.84b
6/2013	5.89c	10.28a	0.11d	6.57c	88.17b	64.93c
8/2013	6.00b	9.06d	0.12c	5.51d	84.86c	64.81c
10/2013	6.14a	10.88a	0.11c	8.52b	92.40b	70.12b
12/2013	5.87c	9.56c	0.11c	9.82b	94.98b	68.45b
2/2014	5.88c	10.01b	0.04e	9.19b	94.34b	57.48d
4/2014	5.87c	10.58a	0.15b	10.91a	107.18a	74.29b
6/2014	5.67d	8.68d	0.10d	9.67b	87.73b	64.76c
8/2014	5.92c	9.80b	0.11c	8.09b	83.29c	61.52c
10/2014	6.02b	10.45a	0.11c	8.96b	111.68a	72.95b
12/2014	6.01b	9.98b	0.11c	8.43b	115.40a	68.75b
2/2015	5.90c	9.04d	0.12c	9.08b	116.67a	62.46c

Means followed by the same letters do not differ by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$).

Table 3: Coloration of 'Yellow' Melon marketed in CEASA Minas from August, 2012 to February, 2015.

Evaluation	Pulp L*	Pulp Croma	Pulp Hue	Peel L*	Peel Croma	Peel Hue
8/2012	58.67g	11.97e	105.73b	38.45d	14.41d	128.83a
10/2012	70.66c	10.62f	105.35b	45.66c	18.11d	123.99a
12/2012	68.93e	9.47g	109.04 a	47.48b	17.73d	123.26a
2/2013	70.08d	8.81g	104.81b	56.10a	26.67b	117.37b
4/2013	62.16f	8.62g	105.24b	45.21c	17.63d	124.77a
6/2013	75.41c	21.34 a	97.01c	44.68c	32.64 a	100.75d
8/2013	78.11b	21.80 a	97.19c	47.64b	17.43d	111.75c
10/2013	67.89e	16.25d	94.77c	41.92d	24.61c	108.94c
12/2013	76.42c	19.64b	96.32c	45.45c	28.92b	105.12d
2/2014	79.64a	20.24b	96.21c	51.97b	23.04c	104.33d
4/2014	79.69a	18.84c	95.65c	50.53b	23.06c	106.77d
6/2014	80.17 a	18.99c	97.54c	50.14b	23.30c	105.92d
8/2014	79.14a	20.55b	97.32c	48.46b	22.86c	104.35d
10/2014	76.22c	21.65 a	96.27c	42.20d	28.73b	107.91c
12/2014	77.67b	20.06 b	96.44c	49.12b	17.18d	110.17c
2/2015	77.72b	20.66b	95.48c	43.79c	27.96b	105.61d

Means followed by the same letters do not differ by Scott-Knott test ($p \leq 0.05$)

The pH and titratable acidity content ranged from 5.67 to 6.14 and from 0.04 to 0.17%, respectively, in the analyzed melons and the soluble solids (SS) content ranged from 8.68 to 10.88%. Since the melon is a low-acid fruit, higher value is given to its sweetness by consumers. The SS are used as classification index for melons according to their degree of sweetness, and fruit with SS content of less than 9% are considered unmarketable, 9-12%, marketable and above 12%, *extra* melon (Gorgatti Neto et al., 1994). Based on these SS averages, it appears that in two of the 16 bimester, melons should be considered unmarketable, because they have less than 9% SS. It must be noted that the fruit of four other bimester showed that SS averages statistically similar to those two with averages under 9%, considered unmarketable. These results indicate that 37.5% of the samples have the possibility of being considered unmarketable,

which calls consumer satisfaction into question. The firmness the center of the analyzed fruits (central region) ranged, on average, from 5.51 to 10.91N, whereas the surface firmness showed a variation between 34.99 and 116.67 N. The firmness is an important quality attribute in fruits, because it indicates fundamental mechanical properties of strength in handling, transport and storage (Menezes et al., 2000). Fruits with greater firmness are more resistant to mechanical damage during transportation and marketing (GRANGEIRO *et al.*, 1999).

The juice yield varied from 51.68% to 81.79%. One of the main characteristics observed in melon classification is the sweetness and succulence, which corresponds to the juice yield (FRUPEX, 1994). Therefore, fruit with higher juice yield tend to be juicier and hence have greater market acceptance.

Regarding the coloration of the fruit pulp, the L* value ranged from 58.67 to 79.69, C* from 8.62 to 21.8 and h° 94.77 to 109.04. As for the peel, the L* value varied from the 38.45 to 56.1, C* 14.31 to 32.64 and h° from 100.75 to 128.831. The coordinate L* represents how light or dark the sample is, with values ranging from 0 (completely black) to 100 (completely white). C* measures the purity of the color, an intensity measurement, or its degree of insaturation. Chroma values close to zero represent neutral colors (gray) while values close to 60 express vivid colors (Mendonça et al., 2003). The h°, which ranges from 0 to 360°, refers to the hue or actual color. The h° values observed suggest fruit with greenish yellow pulp and yellowish peel. The color is an important requirement in the assessment of the quality appearance attribute.

3.2 Models construction and acquisition

During the data sampling, there may be the appearance of outliers due to experimental errors and other factors (Barnett et.al, 1993). Such samples should be detected and removed in order to not jeopardize the construction and

functionality of a model (Tukey, 1960). The presence or absence of outliers was verified using studentized residuals (SR) and leveraging. Samples considered outliers were eliminated. Such discrepancies may be associated with undesirable sensory characteristics of the fruit, such as overripening.

The parameters of the multiple linear regression models (MLR) correlating physical and chemical descriptors and overall impression are presented in Tables 4, 5 and 6.

The performance parameters for the models, such as the root mean square error (RMSE) and correlation coefficient (R), are calculated for the cross-validation, calibration, and testing sets. Additional statistical parameters proposed by Roy et. Al (2012), namely R^2_m and R^2_p , are also calculated for validation purposes. An R^2_m above 0.5 ensures good correlation between experimental and predicted values. The R^2_p parameter gives an insight into the statistical difference between R for calibration and R for y-randomization. Values above 0.5, as obtained for models of this experiment, attest to model robustness (ROY et al., 2010; MITRA et al., 2010; NUNES et.al, 2012).

Models with $R^2 > 0.8$ for calibration and > 0.5 for validation and testing (TROPISHA, 2010; KIRALJ & FERREIRA, 2009) are considered valid. Other authors recommend values of $R^2 > 0.7$ for calibration and > 0.6 for validation and testing (CHIRICO & GRAMATICA, 2011).

The use of adjustable univariate global acceptance models, using individual descriptors (pH, TA, SS, SS / TA, firmness, L^* , a^* , b^* Chroma, h° and % juice) proved to be statistically infeasible, which can be perceived by the low R^2_{cal} , R^2_{pred} and R^2_m values (Table 4). For the melon, two multivariate models obtained sufficient statistical data for validation. One considering all the variables analyzed in the pulp (pH, TA, SS, SS / TA, firmness, L^* , a^* , b^* , Chroma, h° and % juice) (Table 5) and the other using the variables SS and pulp firmness (Table 6). Both models are capable of application, however the second

would be more recommended for use in CEASAs, due to the smaller number of variables and therefore greater ease of application.

Table 4: Parameters of the univariate model correlating physical and chemical descriptors and overall impression.

Variable	R^2_{cal}	R^2_{pred}	R^2_m
pH	0.11	0.05	0
TA ^a	0.13	0.30	0
SS ^b	0.68	0.71	0.46
SS/TA	0.03	0.55	0
Firmness in the center	0.04	0.21	0
L*	0.009	0.60	0
Croma	0.02	0.19	0
h°	0.017	0.52	0
%suco	0.0002	0	0

^a titratable acidity; ^b soluble solids

Table 5: Multiple Linear Regression model parameters (MLR) correlating all physicochemical descriptors (pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS / TA, firmness in the center, L*, a*, b*, chroma , h° and % juice) and overall impression.

Sample	R^2_{cal}	RMSE _c	R^2_{y-}	RMSE _{y-}	R^2_p	R^2_{pre}	RMSE _p	R^2_m
			rand	rand				
Melon	0.89	0.24	0.39	0.57	0.63	0.63	0.48	0.54

Table 6: Multiple Linear Regression model parameters (MLR) correlating physicochemical descriptors soluble solids (SS) and firmness in the center and overall impression.

Sample	R^2_{cal}	RMSE _c	R^2_{y-}	RMSE _{y-}	R^2_p	R^2_{pre}	RMSE _p	R^2_m
			rand	rand				
Melon	0.7	0.41	0.09	0.73	0.55	0.93	0.16	0.69

The superiority of multivariate models to predict the sensory acceptance score has been observed for other fruits like pineapple, orange and grape, which indicates the multivariate nature of consumer acceptance (Correa et al, 2014).

The good correlation between the SS and firmness parameters and the overall impression score is explained by the fact that the texture of the pulp and the degree of sweetness are two of the most important criteria in assessing the quality and sensory acceptance of melons (CALLEGARI, 2010).

The non-significance of univariate models suggests the impossibility of establishing thresholds for individual variables, such as have been adopted by some Distribution Centers (% juice, SS and SS / TA).

The following predictive models for the sensory acceptability score of the 'Yellow' melon were obtained from physical and physical-chemical analysis:

Sensory acceptance score = (pH)-1.51-0.055+(TTA)14.31+0.39(SS)+0.02(SS/TTA)-0.06(Firmness in center)+0.02(L*)-0.28(a*)+1.05(b*)-1.10(C*)+0.0008(h°)-0.0009(% juice);

Sensory acceptance score = 2.50+0.47(SS)-0.038(firmness of center).

For a better illustration of the functionality of the models built, data from physical and physical-chemical analysis and their overall impression measures, actual and projected, obtained for the sample group used during the validation of the models are presented in Tables 7 and 8.

Table 7: Data obtained from physical and physical-chemical analysis and scores for overall impression, actual and predicted, obtained for the samples used for model validation.

pH	TA^a	SS^b	SS/TA	Center Firmness	L*	A*	B*	Crom a	°h	%juice	Measured	Expected
6.13	0.17	10.62	62.47	3.57	69.43	-2.13	9.7	9.94	102.27	85.48	7.42	7.78
5.84	0.19	10.15	53.42	3.59	70.48	-2.35	9.24	9.53	104.24	82.94	6.73	6.77
5.66	0.17	8.97	52.76	7.81	71.97	-3.78	11.32	11.94	108.4	82.28	6.3	6.82
5.9	0.09	10.58	117.56	5.61	78.29	-2.06	18.98	19.1	96.18	64.27	6.78	6.40
5.65	0.14	6.9	49.29	5.88	75.69	-4.54	24.91	2534	100.3	65.73	7.24	7.02
5.95	0.11	9.62	87.45	11.24	70.61	-1.58	16.66	16.74	95.45	72.45	7.28	7.17

^a titratable acidity; ^b soluble solids

Table 8: Data obtained from physical and physical-chemical analysis and scores for overall impression, actual and predicted, obtained for the samples used for model validation.

SS^a	Center Firmness	Measured	Expected
10.62	3.57	7.42	7.31
10.15	3.59	6.23	6.25
8.97	7.81	6.73	6.34
10.58	5.61	6.99	6.87
6.9	5.88	6.78	6.74
9.62	11.24	7.24	7.36

^asoluble solids

The minimum and maximum differences among the overall impression scores, actual and projected, were 0.04 and 0.52, respectively, for the first model. For the second model, the differences ranged from 0.02 to 0.12. The scores remained between 6 and 7. Low difference between actual and predicted values for the melon acceptance score demonstrates the functionality of the models created. Although both models have been validated, it is recommended to use the second, due to the simplicity and greater proximity between measured and predicted values.

3.3 Determination of the Minimum Standard

Mean overall acceptance and the minimum standard obtained for the ‘Yellow’ melon are shown in Table 9.

Table 9: Determination of the minimum standard for ‘Yellow’ Melon marketed by CEASA Minas from December, 2013 to March, 2015.

Evaluation	Sample	Expectation		Overall acceptance (average)	Minimum standard
		Yes	No		
Dec/2013	1	31	57*	5.18	6.83
	2	75*	13	7.07	
	3	67*	19	6.91	
	4	74*	12	7.1	
	5	59*	26	6.83	
Feb/2014	1	63*	15	6.63	6.63
	2	37	41	5.40	
	3	64*	14	7.27	
	4	62*	16	6.77	
	5	67*	11	7.29	
Abr/2014	1	76*	14	7.12	6.36
	2	62*	28	6.84	
	3	62*	28	6.36	
	4	72*	18	7.21	
	5	75*	15	7.1	
Jun/2014	1	52	37	5.99	6.57
	2	70*	20	6.57	
	3	70*	20	6.71	
	4	81*	9	7.68	
	5	47	43	5.6	
Ag/2014	1	56*	29	5.93	5.93
	2	75*	10	7.35	
	3	66*	18	6.36	
	4	72*	13	7.09	
	5	72*	18	6.67	
Oct/2014	1	52	37	5.99	6.57
	2	70*	20	6.57	
	3	70*	20	6.72	
	4	81*	9	7.68	
	5	47	43	5.6	
Dec/2014	1	60*	21	6.55	6.55
	2	74*	7	7.44	
	3	70*	11	7.09	
	4	37	44	5.16	
	5	71*	10	7.08	

Feb/2015	1	55*	35	5.94	5.94
	2	70*	20	6.52	
	3	71*	19	6.74	
	4	80*	10	7.6	
	5	49	41	5.67	

Expectations with * are significantly different between YES and NO

Of the 40 samples analyzed, 32 met consumer expectations, one did not meet and it can not be said for sure if the seven samples met, or not, to consumer expectation.

It can be said, based on the results of Sample 1 of Dec / 2013, that melons with an overall acceptance score lower or equal to 5.18 do not meet consumer expectations. Based on the results of 32 samples that significantly responded to consumer expectations, we proceeded to determine the Minimum Standard. The Minimum Standard for each evaluation time was defined as the overall acceptance lowest score, as long as the sample had reached, significantly, the minimum consumer expectation. For the melon we observed a variation in the Minimum Standard from 5.93 (August/2014) to 6.83 (December / 2013), over the eight bimester of evaluation. Ideally, the minimum standard should be general and not linked to the time of year. Thus the lowest minimum standard obtained (5.93) should be used as the overall.

Once the Minimum Standard was determined, the obtained models can be used to predict consumer acceptance score by means of physical and physical-chemical evaluations, thus ensuring if the fruit to be sold will, or not, reach the minimum value established as the standard (5.93). Also the models can be used in melon classification, aiming at setting fair prices, depending on the sensory quality of the fruit.

The simplified predictive model (SS and firmness in the center) was used to assess whether each of the 79 repetitions analyzed from August, 2012 to February, 2015, relating to the averages presented in Tables 2 and 3, reached the

minimum consumer expectation, presenting a sensory acceptance score greater than or equal to the Minimum Quality Standard established (Table 10).

Table 10: Percentage of fruit analyzed from August, 2012 to February, 2015 in relation to the Overall Impression score, obtained from the simplified predictive model (soluble solids and firmness).

Overall impression	Number of repetitions	%
< 5.93	10	12.67
5.93 – 6.00	3	3.79
6.00 – 7.00	40	50.63
7.00 – 8.00	24	30.38
> 8.00	2	2.53
TOTAL	79	100

It can be seen that 87.33% of the fruit reached the Minimum Quality Standard (> 5.93) established. However, 12.67% did not reach sensory acceptance scores that meet consumer expectations, a frequent cause of their frustration and dissatisfaction. These results confirm the importance and functionality of predictive models and the Minimum Quality Standard, aiming towards customer satisfaction and stability of the horticultural sector.

4 CONCLUSIONS

Variation in the quality of 'Yellow' melon marketed in CEASA Minas was demonstrated.

The sensory acceptance of the 'Yellow' melon can be predicted from, simple, fast and inexpensive physical and physical-chemical analysis.

Two predictive models of sensory acceptance were obtained by multivariate analysis. The first model was validated using the all variables in the pulp (pH, TA, SS, SS / TA, firmness, L*, a*, b* Croma, h° and % juice) and the second model only via the variables SS and firmness.

'Yellow' Melon, with sensory acceptance score greater than or equal to 5.93, meets the minimum expectations of the consumer, this value can be considered as the Minimum Quality Standard for this fruit.

Sensory acceptance obtained from multivariate predictive models can be used to ensure the marketing of the 'Yellow' melon with a Minimum Standard of Quality and even to set fairer prices for this fruit, according to their sensory quality.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank their Brazilian sponsors, CNPq, CAPES and FAPEMIG, for the financial support and CEASA, MG, for the logistical support.

6 BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

AOAC — Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (16th), Washington, DC: AOAC International, 1998.

BARNETT, V. Outlier and order statistics. *Commun. Stat., part A: theory and methods*, New York, v.17, n.7, p.2109–2118, 1988.

BARTHUS, R. C., MAZO, L. H., & POPPI, R. J. Determinação simultânea de NADH e ácido ascórbico usando voltametria de onda quadrada com eletrodo de carbono vítreo e calibração multivariada. *Eclética Química*, Araraquara, 30(4), 51–58, 2005.

CABEZAS, L., GONZÁLEZ-VIÑAS, M. A., BALLESTEROS, C., & MARTÍN-ALVAREZ, P. J. Application of Partial Least Squares regression to predict sensory attributes of artisanal and industrial Manchego cheeses. *European Food Research and Technology*, 222(3-4), 223–228, 2005.

CALLEGARI, R.A. Produtividade, Qualidade de frutos de Meloeiro e evolução dos teores de NPK no solo durante um ciclo de produção. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo: Área de concentração em Manejo e Conservação do Solo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2010.

CHIRICO, N., & GRAMATICA, P. Real External Predictivity of QSAR Models: How To Evaluate It Comparison of Different Validation Criteria and Proposal of Using the Concordance Correlation Coefficient. *Journal of*

Chemical information and Modeling, 51, 2320–2335, 2011.

CORRÊA, S.C., PINHEIRO, A.C.M., SIQUEIRA, H.E., CARVALHO, E.M., NUNES, C.A., VILAS BOAS, E.V.B. Prediction of the sensory acceptance of fruits by physical and physicochemical parameters using multivariate models. Food Science and Technology, 59, P. 666-672, 2014.

FAGAN, C. C., DONNELL, C. P. O., CALLAGHAN, D. J. O., DOWNEY, G., SHEEHAN, E. M., DELAHUNTY, C. M., HOWARD, V. Application of Mid-Infrared Spectroscopy to the Prediction of Maturity and Sensory Texture Attributes of Cheddar Cheese. Food Engineering and Physical Properties, 72(3), E130–E137, 2007.

FAO. Production/crops. Disponível em <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em 28/08/2015.

FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FRUPEX, BRASILIAN MINISTRY OF AGRICULTURE, SUPPLY AND AGRARIAN REFORM. Brazilian fruits: an illustrated guide for importers. Brasília: Ministério da Agricultura, 1994.

GORGATTI NETO A; GAYET JP; BLEINROTH EW; MATALLO M; GARCIA EEC; GARCIA AE; ARDITO EFG; BORDIN MR. Melão para exportação: procedimentos de colheita e de pós colheita. Brasília : EMBRAPA - SPI/FRUPEX, 37p. (EMBRAPA- SPI. Publicações Técnicas, 6), 1994.

GRANGEIRO, L.C.; PEDROSA, J.F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z. Qualidade de híbridos de melão em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.110-113, 1999.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos (4th ed). São Paulo: IAL, 1020 pp, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_anual/2012/pam2012.pdf> . Acesso em 25/08/2015.

KENNARD, R.W., & STONE, L.A. Computer aided design of experiments. *Technometrics*, 11, 137-148, 1969.

KIRALJ, R., & FERREIRA, M. M. C. Basic Validation Procedures for Regression Models in QSAR and QSPR Studies: Theory and Application. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 20(4), 770–787, 2009.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, v. 20, p. 207-220, 2000.

MEHINAGIC, E., ROYER, G., SYMONEAUX, R., BERTRAND, D., & JOURJON, F. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology*, v. 34, p. 257-269 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation techniques. Boca Raton: CRC Press, 1987.

MENDONÇA, K. et.al. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. Brazilian Journal of Food Technology. v.6, n.2, p.179-183, jul./dez. 2003.

MENEZES, J.B.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ANDRADE, G.G.; ALMEIDA, J.H.S.; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. In: ALVES, R.E.(organizador). *Melão. Pós-Colheita*. Brasília: EMBRAPA, p.13-22, 2000.

MESTRES, C., DORTHE, S., & EL, N. O. Prediction of Sensorial Properties (Color and Taste) of Amala , a Paste From Yam Chips Flour of West Africa , Through Flour Biochemical Properties. Plant Foods for Human Nutrition, n.59, p. 93–99, 2004.

NILSEN, H., & ESAIASSEN, M. Predicting sensory score of cod (*Gadus morhua*) from visible spectroscopy. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 38, p. 95– 99, 2005.

NUNES, C. A., FREITAS, M. P., PINHEIRO, A. C. M., & BASTOS, S. C. Chemoface: a Novel Free User-Friendly Interface for Chemometrics. Journal of the Brazilian Chemical Society, 23(11), 2003–2010, 2012.

ROY, P. P., PAUL, S., MITRA, I., & ROY, K. Roy et al. On Two Novel Parameters for Validation of Predictive QSAR Models. Molecules, 2009, 14, 1660-1701. Molecules, 15, 604–605, 2010.

SILVA, R.A. BEZERRA NETO, F.; NUNES, G.H.S.; NEGREIROS, M.Z. Estimação de parâmetros e correlações em famílias de meio-irmãos de melões Orange Flesh HTC. *Caatinga*, v.15, p. 43-48, 2002.

SIQUEIRA WC; FARIA LA; LIMA EMC; REZENDE FC; GOMES LAA; CUSTÓDIO TN.. Qualidade de frutos de melão amarelo cultivado em casa de vegetação sob diferentes lâminas de irrigação. *Ciência agrotecnológica*, v. 33, p. 1041-1046, 2009.

STONE, H.S., & SIDEL, J.L. *Sensory evaluation practices*, San Diego, CA: Academic Press, 1993.

TROPSHA, A. Best Practices for QSAR Model Development, Validation , and Exploitation. *Molecular Informatics*, 29, 476–488, 2010.

TUKEY, J. W. *A survey of sampling from contaminated distribution. Contributions to Probability and Statistics*. California: University Press Stanford, 1960.

WALKELING, I.N., & MACFIE, J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of κ samples from τ may be tested. *Food Quality and Preference*, 6, 299-308, 1995.

ARTIGO 2 - *SENSORY ACCEPTANCE PREDICTION AND MINIMUM QUALITY STANDARDS DETERMINATION FOR WATERMELON (CV. CRIMSON SWEET)*

Ezequiel Malfitano Carvalho^a, Ana Carla Marques Pinheiro^a, Heloísa Helena de Siqueira Elias^a, Rafael Carvalho do Lago^a, Síntia Carla Corrêa^a, Cleiton Antônio Nunes^a, Gustavo Costa de Almeida^b, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas^{a,*}

^aUFLA, Food Science Department, Federal University of Lavras, P.O. Box 3037 Lavras, Minas Gerais, Brazil

^b CEASA, BR-040, km 688, s/n, Guanabara, Contagem, Minas Gerais, 32145-900, Brazil

(Preparado de acordo com as normas da Revista “Food Research International” – submetido ao periódico).

ABSTRACT

Currently in Brazil there is a wide variation in the quality of marketed fruit, which most of the time generates consumer dissatisfaction when they acquire a product of inferior quality. This variation in quality may be due to the lack of an established Minimum Quality Standard. This can be obtained in a simple and quick way, through physical and physical-chemical measurements which are easily applied. Studies show a good correlation between the physical and physicochemical variables and sensory attributes related to fruit quality. Therefore, the objectives of this study were to monitor the quality of *Crimson Sweet* watermelon fruits marketed in CEASA Minas, at the Contagem unit, Minas Gerais, Brazil, in different seasons; create a predictive model correlating the physical and physicochemical variables and sensory consumer acceptance and establish a General Minimum Quality Standard for watermelon. The variables monitored were pH, soluble solids, titratable acidity, firmness, color and fruit juice yield. To build the predictive model, the sensory acceptance scores from the consumers were calibrated with the physical and physical-chemical variables, using multiple linear regression. Sensory acceptance scores were used in an attempt to establish a Minimum Quality Standard for watermelon. A wide variation of the variables associated with fruit quality was observed throughout the study period. A multivariate model, taking into account all studied variables, demonstrated to be better than the univariate. The Minimum Quality Standard was defined as the lowest score of sensory acceptance, as long as the sample has reached the minimum consumer expectations. The obtained model can be used to predict the sensory acceptance score of watermelons and in association with a pre-established Minimum Standard, ensure that the product sold meets or not the consumer minimum expectation, and can also be used in setting fair fruit prices based on their sensory quality.

Keywords: watermelon (cv. Crimson Sweet); consumer satisfaction; physicochemical analysis; predictive model; sensory quality.

1 Introduction

In Brazil, there is a wide variation in the quality of the fruit marketed by the wholesale markets (CEASAs) throughout the year. This variation may be due to several factors, such as genetic, cultivation practices, soil and climate conditions and pre and post-harvest variables such as maturity, processing and transportation methods, among others (Lee & Kader, 2000).

Moreover, there is no definition of a Minimum Quality Standard, which contributes to the variation in fruit quality.

The increasingly demanding consumer market has been pressuring the fruit sector to constantly promote improvements in the fruit quality, since the low fruit quality is directly related to consumer dissatisfaction and low sales values received by producers.

Watermelon is grown in many countries such as China, Iran (Islamic republics), Iraq, Egypt, Brazil, Algeria and Kazakhstan (FAO, 2015) and it is among the five most important vegetable crops grown in Brazil. Its acreage in 2013 was around 96,601,000 ha and production amounted to 2,079,547 tons. States that stand out in watermelon production are: Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, São Paulo, Rio Grande do Norte Tocantins, Pará and Pernambuco, with the Northeast and South regions accounting for 34.6% and 25.23%, of the national production respectively (IBGE, 2012). Among the cultivars, the most widely planted is 'Crimson Sweet' and similar types, corresponding to almost all of the consumer market supply (IBGE, 2012).

The cv. Crimson Sweet fruit presents a rounded shape, a light colored skin with dark green streaks and a very sweet and intense red pulp, but the fruit has a relatively short shelf-life, especially when it is not packaged properly,

affecting its quality, since it is consumed mainly *in natura*. Thus, inadequate transport and storage negatively affects the product quality, leading to a reduction of the selling price and a decline in profitability.

The identification of post-harvest factors that affect the quality and commercial value of watermelon can increase marketing efficiency, maintaining quality, reducing losses and increasing profits. In addition, the determination of the shelf life of this product offers greater quality and safety assurance in its marketing.

The main variables used to define the quality of watermelon are: sugar content, firmness, soluble solids, external and internal appearance and titratable acidity (Elmostrom & Davis, 1981; Brown & Summers, 1985).

Significant correlations between physical and/or chemical variables and descriptive sensory attributes have been reported by several researchers (Mehinagic, Royer, Symoneaux, Bertrand, and Jourjon, 2004; Mestres Masters, Dörthe, and El, 2004; Nilsen & Esaiassen, 2005; Cabezas, González-Viñas, Ballesteros and Martin-Alvarez, 2005; Correa et al, 2014).

The use of mathematical and statistical methods in Food Science and Technology has increased at a rapid pace in the last 20 years, which can be explained by the low cost and high capacity of processing methods to analyze complex and lengthy experimental results (Nunes et al., 2015). The large amount of data obtained in this present work can be processed from the construction of predictive models, by means of univariate and multivariate analyzes. In univariate analysis, each variable is analyzed individually while in the multivariate analysis, several variables are analyzed simultaneously. Such models can be able to predict the consumers sensory acceptance, through physical and physical-chemical evaluations, verifying if there is variation in the quality of marketed fruit (Corrêa et al., 2014).

The determination of a Minimum Quality Standard for fruit is important

to ensure good quality of marketed fruit, thus meeting the minimum expectations of the consumer market. Its association with the predictive model can certify whether a particular fruit will, or not, reach the minimum consumer acceptance value.

Therefore, this study aimed to monitor the quality of *Crimson Sweet* watermelon marketed in the CEASA Minas wholesale market, Contagem unit, Minas Gerais, Brazil, in different seasons; create predictive models correlating the physical and physical-chemical variables and consumer sensory acceptance and establish a General Minimum Quality Standard for watermelon, based on the consumer sensory acceptance scores.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Samples

The watermelons used in the tests were acquired in the CEASA Minas wholesale market (Minas Gerais Supply Central), headquartered in Contagem, Minas Gerais, Brazil. The CEASAs stand out within the national scene as important horticultural distribution centers for the entire country. Samples were distinguished for being from different producing regions. The fruits used were free from injury.

After acquisition in CEASA, the fruits were taken to the Fruit and Vegetable Postharvest Laboratory, in the Food Science Department of the Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil, where they were subjected to the cleaning process. Washing in running water for dirt removal was performed initially, and subsequently, sanitization with sodium hypochlorite at 100 ppm.

In order to standardize the samples, the fruits were peeled and cut perpendicular to the main axis, in three equal parts. The ends were discarded and the middle third of the fruit was used, divided into four parts. The already

cut pieces, coming from the middle third, were placed in plastic trays for samples mixing, which were then divided into two homogeneous lots; one for the sensory analysis and the other for the physical and physical-chemical analysis. The physical and physical-chemical analyzes were performed immediately after preparation of fruits and sensory analysis occurred about two hours after preparation. During this time, the samples were kept under refrigeration in a cold chamber at 14°C. The analyses were performed every two months, from August 2012 to February 2015, for a total of sixteen data collections. At each bimonthly evaluation, watermelons originating from four different locations, on average, were acquired, obtaining four fruits per location.

2.2 Physical and physical-chemical analysis

Analysis were made for the physical and physical-chemical evaluation of fruits, pH, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), soluble solids/titratable acidity (SS/TA), color (L*, a*, b* ,C* and °h) of the pulp and skin, fruit surface and center firmness, as well as the juice yield (%). Six repetitions were made for each variable.

The pH, titratable acidity and soluble solids evaluations were conducted in the filtered homogenate, after grinding the pulp in a multiprocessor, without adding water.

The pH was measured in accordance with IAL (2008) using a previously calibrated TECNAL (Tec 3MP) pH meter.

The titratable acidity was determined by titration with 0.01 N NaOH, according to the IAL (2008) and expressed as citric acid percentage.

For the determination of soluble solids a calibrated Atago digital refractometer PR100 with automatic temperature compensation at 25°C was used (AOAC, 1998). The results were expressed in %.

The SS/AT relation was obtained by dividing the value of the soluble

solids content by the acid concentration.

Coloration was evaluated by a calibrated Minolta colorimeter CR 400 model with D65 illuminant, determining the variables L^* , a^* , b^* , C^* and h . Readings were made on opposite sides in six samples of fruit from each location, directly on the surface of the pulp or skin.

The firmness was measured in the middle third of the fruit, by a puncture test with the aid of a Magness-Taylor penetrometer, using a 5 millimeter diameter probe. Evaluations were performed on the fruit surface after removal of the shell and in the center of the fruit. The results were expressed in Newtons (N).

The juice yield was determined after weighing the pulp, without skin and seed, and after processing in a multiprocessor, logging the final volume in ml. The calculation used to obtain the juice percentage was:

$$\text{Juice \%} = \text{juice volume (mL)} / \text{pulp weight (g)} \times 100$$

All data were subjected to the Scott Knott test ($p \leq 0.05$) using the SISVAR v 5.1 software (FERREIRA, 2000).

2.3 Consumer acceptance test

Consumers evaluated the samples based on overall impression, using a 9-point hedonic scale (1 = extremely disliked, 2 = disliked a lot, 3 = dislike moderately, 4 = dislike slightly, 5 = neither liked nor disliked; 6 = liked slightly, 7 = like moderately; 8 = liked a lot, 9 = like extremely) (Sidle & Stone, 1993). The experiments were conducted in a closed booth with white illumination. The samples were labeled with three random digits on a white surface. These samples were presented in a monadic way and followed a balanced presentation order (Wakeling & Macfie, 1995).

On average 90 untrained randomly chosen consumers of both sexes, between 18 and 60 years of age participated in the test. The overall acceptance

data were used to build a predictive model of sensory scores. In order to obtain the minimum quality standard, consumers were asked to state whether the sample analyzed met, or not, their minimum expectations.

2.4 Outliers detection

Outliers are considered discrepant samples, which may interfere with the model functionality and obtention (Barnett et al., 1993). For the detection of outliers, we used the complementary leverage quantities and studentized residual. Leverage is a measure of the influence of a sample in the regression model. The residuals correspond to variations between the reference data and the values estimated by the model. Studentized residuals are defined in units of standard variance of the average value, values above $2.5 \pm$ being considered high (Barthus, Mazo, & Poppi, 2005).

2.5 Construction of the Models

The sensory acceptance predictive model was built based on the statistical data from one year of collection (October 2012 to October 2013). Data relative to the fruit skin were excluded for the construction of the model, for not having association with the sensory analysis. The average physical-chemical analysis (X) values were calibrated against overall impression average (Y) by multiple linear regression (MLR), i.e., a multivariate calibration, where the dependent variable is a function of several independent variables (Table 1). The univariate calibration was also conducted, where every physical-chemical variable was analyzed individually.

Table 1: Independent variables (X) and dependent variables (Y) used in models prediction.

Sample	X	Y
Watermelon	pH, SS ^a , TA ^b , SS/TA, Firmness of the center, L*Pulp, Chroma Pulp, °h pulo, Juice %	Overall Impression

^aSoluble Solids, ^bTitrateable Acidity

The entire data set was divided into calibration and testing sets. The Kennard-Stone algorithm was used to separate the samples into calibration group and test group. This algorithm selects the samples based on the Euclidean distance. Calibration group samples were used in the calibration step and validation tests, whereas the test group samples (not used in the calibration samples) were used to test the model's predictive ability.

The calibration performance was evaluated using the root mean squared error (MSE) of the calibration and the coefficient of determination of calibration (R^2_{cal}) (Fagan et al., 2007).

The y-randomization test was also used to validate the models. In this test, the original X descriptors array is kept fixed, and only the y vector is shuffled (randomized). The performance parameters $RMSE_{Y-rand}$ and R^2_{Y-rand} were also calculated. The models obtained under such conditions should be of poor quality and without real meaning (randomization). A performance on the y-randomization test equivalent to the calibration performance indicates an adjusted model because of possibility for correlation (Kiralj & Ferreira, 2009).

In order to provide insight about the statistical difference between R^2_{cal} and R^2_{y-rand} , the performance parameters R^2_p need to be calculated (Roy, Paul, Mitra, & Roy, 2010; Mitra, Saha, & Roy, 2010).

After the testing phase, the models were then tested using the outer set of test samples (samples not included in the calibration, i.e., independent from all the model construction processes) to test the model's predictive ability. At this stage, five samples from each fruit were used. The root mean square error of prediction (RMSEp) and the squared correlation coefficient (R^2_{pre}) were used as statistical parameters to evaluate the model's predicting performance.

The R^2_m performance parameter was then calculated to provide information about the statistical difference between R^2 and R^2_{pre} (Roy et al., 2010; Mitra et al., 2010).

All these calculations (univariate and multivariate calibration and principal component analysis) were performed using Chemoface free software version 1.5 (Nunes, Freitas, Pinheiro, & Bastos, 2012).

2.6 Minimum Standard Determination

The Minimum Standard was determined based on the overall consumer acceptance scores. We used a paired comparison table (bilateral) (Meilgard, Civille and Carr, 1987) in order to establish the minimum number of judgments according to the relation between the total number of panelists, and the number of concordant panelists in each of the replies under review. After determining whether there was a significant difference between the "yes" and "no" responses in each of the samples, the lowest average of the samples that received most of the "yes" responses, with significance, was considered the minimum standard.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Fruit Quality

Data on physical and physicochemical variables associated with the watermelon quality, obtained throughout the study period, are presented in Tables 2 and 3. Significant variations were observed for all variables associated

with the quality throughout the evaluation period, which indicates a lack of a quality standard for watermelons sold by CEASA Minas. Since the fruit marketed at CEASA Minas have different origins, the variation in quality can be attributed to several factors, such as soil and climate conditions, pre and post-harvest handling, storage and transport conditions, the distance between the production center and the CEASA Minas and fruit ripening stage, among others. It is worth noting that the variation in fruit quality cannot be associated, based on the data analyzed, to the time of year. The lack of quality standards observed over the 16 assessment bimesters suggests a possible frustration of the watermelon consumer, who purchases a product with variable quality. In this context, efforts should be made so that the fruits marketed meet a minimum quality standard and, consequently, minimum consumer expectations.

Table 2: pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), pulp firmness, skin firmness and juice yield in watermelon marketed at CEASA Minas from August 2012 to February 2015.

Evaluation	pH	SS (°Brix)	TA (% citric acid)	Pulp Firmness (N)	Skin Firmness (N)	Juice Yield (%)
8/2012	5.55 a	10.40 a	0.12c	3.88 a	35.77d	80.70 a
10/2012	5.33d	9.01d	0.13b	1.81e	47.60c	84.64 a
12/2012	5.39c	9.32c	0.12c	1.98e	49.13c	86.32 a
2/2013	5.22e	9.03d	0.12c	2.25e	49.95c	85.18 a
4/2013	5.37c	8.93d	0.15 a	2.53d	64.92b	71.51b
6/2013	5.29d	9.02d	0.11d	2.81d	54.27c	74.76 a
8/2013	5.31d	10.29 a	0.13b	3.00c	86.32 a	71.37b
10/2013	5.47b	8.62e	0.15 a	3.27b	73.01b	88.44 a
12/2013	5.30d	7.77f	0.12c	2.56d	78.35 a	66.80b
2/2014	5.13f	9.22c	0.13b	2.76d	76.40 a	51.53b
4/2014	5.54 a	9.41c	0.12b	2.51d	73.04b	73.78 a
6/2014	5.46b	9.38c	0.09e	2.94c	80.86 a	65.36b
8/2014	5.47b	9.61c	0.09e	3.35b	64.09b	58.01b
10/2014	5.35c	9.45c	0.11c	3.39b	69.19b	74.83 a
12/2014	5.52 a	10.05b	0.14 a	2.89c	60.51c	82.32 a
2/2015	5.36c	9.46c	0.13b	2.73d	78.01 a	63.18 b

Means followed by the same letters do not differ among themselves by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$).

Table 3: Coloration of Watermelon fruits marketed by CEASA Minas from August 2012 to February 2015.

Evaluation	Pulp L*	Pulp Chroma	Pulp Hue	Skin L*	Skin Chroma	Skin Hue
8/2012	43.24d	29.23b	33.34 a	38.45d	14.41d	128.83 a
10/2012	41.95d	36.33 a	32.72 a	45.66c	18.12d	123.99 a
12/2012	37.06f	21.72c	28.21c	47.48c	17.73d	123.26 a
2/2013	36.31f	29.84b	32.32 a	56.10 a	26.67b	117.37b
4/2013	34.68f	15.00c	22.35d	45.22c	17.63d	124.77 a
06/2013	44.77c	40.61 a	33.41 a	44.68c	32.64 a	100.75d
8/2013	45.44c	36.17 a	27.85c	47.64b	17.43d	111.75c
10/2013	39.21e	39.07 a	29.76b	41.92d	24.61c	108.94c
12/2013	38.11e	42.31 a	30.66b	45.46c	28.92b	105.12d
2/2014	50.52 a	33.04b	27.49c	51.98b	23.04c	104.33d
4/2014	48.11 a	32.61b	27.17c	50.53b	23.06c	106.77d
6/2014	49.98 a	31.14b	30.21b	50.14b	23.30c	105.92d
8/2014	47.31b	35.55 a	27.53c	48.46b	22.86c	104.35d
10/2014	41.57d	40.28 a	32.53 a	42.21d	28.73b	106.77d
12/2014	49.73 a	31.91b	30.94b	49.12b	17.18d	105.92d
2/2015	42.62d	39.28 a	30.44b	43.80c	27.96b	104.35d

Means followed by the same letters do not differ among themselves by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$).

The pH and titratable acidity (TA) varied from 5.13 to 5.55 and from 0.09 to 0.15, respectively, in the analyzed watermelons. According to Neto et al. (2010) watermelons with lower pH values and numerically higher acidity are considered better for marketing, both in the *in natura* market and for industrial processing.

The soluble solids (SS) changed from 7.77 to 10.40%. As recommended by the European Union, the minimum soluble solids content of watermelon is 9°Brix, values from 10° Brix being preferred, which are better accepted by the

domestic market (EMBRAPA, DIAS & LIMA, 2010). Thus, in three of the 16 evaluations, watermelons should be considered unmarketable, at least in the European Union, because they have less than 9% SS. In addition, the fruit presented SS content above 10%, considered as ideal, in only three evaluations. It must be noted that fruits from three other evaluations presented SS averages statistically similar to one of those three which had averages less than 9%, considered unmarketable, by the European Union. These results indicate that 37.5% of the samples have the possibility of being considered unmarketable, which raises questions about customer satisfaction.

The firmness in the center of the fruits ranged from 1.81 to 3.88N, while the surface firmness ranged from 35.77 to 86.32N. Firmness is an important quality attribute in fruits, because it indicates mechanical properties of strength fundamental for handling, transport and storage (MENEZES et al., 2000). Fruits with greater firmness are more resistant to mechanical damage during transportation and marketing (GRANGEIRO et al., 1999).

The juice yield varied from 51.53 to 88.44%. Juice yield is directly related to the juiciness of the fruit (FRUPEX, 1994). Thus, fruits with a higher juice yield tend to be juicier and better accepted by the consumer.

Regarding the fruit pulp coloration, the L^* value ranged from 34.68 to 50.52, C^* from 15 to 42.31 and h from 22.35 to 33.41. Regarding the skin, the L^* value ranged from 38.45 to 56.10, the C^* from 14.41 to 32.64 and h from 100.75 to 128.83. The L^* coordinate demonstrates how light or dark the sample is, with values ranging from 0 (completely black) to 100 (pure white). The C^* measures the purity of the color, an intensity measurement, or even its degree of unsaturation. Chroma values near zero represent neutral colors (gray) while values close to 60 express vivid colors (Mendonça et al., 2003). The h , which varies from 0 to 360°, is related to the hue or the actual color itself.

According to Santos et al. (2010), the more the watermelon pulp

presents a "darkened" aspect, the better the its appearance will be. Therefore, it is suggested that fruits with lower L^* values tend to have a better appearance. The a^* values observed suggest fruit with greenish yellow skin and reddish pulp. Color is an important requirement in the assessment of the appearance quality attribute, both internal and external.

3.2 Model construction and acquisition

An important step in the multivariate analysis is the data preprocessing, used to reduce or remove sources of systematic or random variation in the data set (Nunes et al., 2015). Such variations are called outliers, and can be attributed to experimental errors, among other factors (Barnett et al., 1993). The presence or absence of outliers was detected by studentized residuals (SR) and leverage, those samples considered outliers being eliminated. These outliers may be associated with undesirable sensory characteristics of the fruit such as excessive maturation.

Tables 4 and 5 shows the Multiple Linear Regression (MLR) parameters correlating physical and chemical descriptors to overall impression.

The performance parameters R^2_m and R^2_p , as well as the root mean square error (RMSE) and correlation coefficient (R) are calculated in order to calculate the cross-validation, calibration and for test sets R^2_m values above 0.5 ensure a good correlation between the experimental and predicted values. The R^2_p parameter concerns the statistical difference between R for calibration and R for y-randomization. Values above 0.5, as obtained for models of this experiment, attest to their robustness (ROY et al, 2010;. MITRA et al, 2010;.. Nunes et al, 2012).

Models with $R^2 > 0.8$ for calibration and > 0.5 for validation and testing, as well as poor quality for y-randomization, are considered valid (Tropsha, 2010; Kiralj & Ferreira, 2009) .Other authors recommend R^2 values > 0.7 for

calibration and > 0.6 for validation and testing (Chirico & Gramatica, 2011).

The univariate adjustable models for overall acceptance, using the studied variables individually (pH, TA, SS, SS/TA, firmness, L*, C*, °h and juice yield (%)) proved to be statistically impracticable, which can be perceived by the low R^2_{cal} , R^2_{pred} and R^2_m values (Table 4).

The attempt to construct bivariate, trivariate and tetrivariate models, using combinations of the variables also showed to be statistically impracticable. Thus, a multivariate model was constructed, using all physical and chemical descriptors and data from the overall impression. The Multiple Linear Regression model (MLR) parameters are shown in Table 5.

Table 4: Univariate model parameters correlating physical and chemical descriptors and overall impression.

Variable	R^2_{cal}	R^2_{pred}	R^2_m
pH	0.15	0.004	0
TA	0.02	0.10	0
SS	0.21	0.006	0
SS/TA	0.02	0.02	0
Firmness	0.03	0.34	0
L*	0	0.14	0
Chroma	0.16	0.05	0
°h	0.12	0.04	0
Juice Yied %	0.089	0.07	0

Table 5: Multiple Linear Regression (MLR) model parameters correlating all physicochemical descriptors (pH, SS, TA, SS / TA, firmness, L*, a*, b*, chroma, °h, juice yield %) and overall impression.

Sample	R^2_{cal}	RMSE _c	R^2_{y-}	RMSE _{y-}	R^2_p	R^2_{pre}	RMSE _p	R^2_m
			rand	rand				
Watermelon	0.79	0.20	0.42	0.33	0.47	0.75	0.26	0.50

The superiority of multivariate models for predicting the sensory acceptability scores has already been observed for other fruits, such as pineapple, orange and grape, which indicates the multivariate nature of consumer acceptance (Correa et al, 2014).

The non-significance of univariate models demonstrate the impracticability of establishing minimum limits based on individual variables, as has been adopted by some distribution centers and even the European Union. The following sensory acceptance score predictive model was obtained for watermelon:

Sensory acceptance score: $11.46 - 0.44(\text{pH}) - 17.05(\text{TA}) + 0.57(\text{SS}) - 0.033(\text{SS/TA}) - 0.031(\text{Firmness of the center}) - 0.05(\text{Pulp } L^*) + 0.043(\text{Pulp chroma}) - 0.063(\text{Pulp } ^\circ\text{h}) - 0.003(\text{juice yield } \%)$.

Table 6 presents the data of physical and physical-chemical analyzes and their overall impression measurements, real and predicted, obtained for the sample group used during the model validation.

Table 6: Data obtained from physical and physical-chemical analysis and overall impression scores, measured and predicted, obtained for the samples used for model validation. ∞

pH	TA	SS	SS/TA	Firmness	L*	Chroma	°h	Juice Yield (%)	Measured	Predicted
5.17	0.14	9.37	66.93	1.91	42.19	28.74	30.99	84.22	7.25	6.81
5.15	0.13	8.67	66.69	1.80	42.18	30.62	31.84	88.51	6.85	6.60
5.30	0.13	10.02	77.08	1.65	37.64	24.28	25.45	87.38	7.13	7.46
5.42	0.14	8.30	59.29	2.57	31.72	14.56	21.79	78.19	6.96	6.64
5.26	0.14	8.67	61.93	2.83	34.92	15.72	21.68	78.46	6.81	6.70
5.23	0.10	8.68	86.80	2.71	43.96	41.21	33.22	74.83	7.06	6.61

The minimum and maximum differences between the overall impression scores, measured and predicted, were 0.11 and 0.45, respectively. Scores remained between 6 and 7.

The small difference between real and predicted values for watermelon acceptance score demonstrates the functionality of the obtained model.

3.3 Minimum Standard

The mean overall acceptability scores and the minimum standard obtained for watermelon are presented in Table 7.

Table 7: Determination of minimum standard for the watermelon marketed by CEASA Minas from December 2013 to November 2015.

Evaluations	Sample	Expectation		Overall Acceptance (Average)	Minimum Standard
		Yes	No		
Dec/2013	1	58*	29	6.41	6.41
	2	69*	18	7.09	
	3	61*	26	6.88	
Feb/2014	1	67*	21	6.96	6.91
	2	67*	21	7.02	
	3	64*	25	6.91	
	4	72*	17	7.00	
Apr/2014	1	62*	19	6.46	6.46
	2	70*	11	7.41	
	3	69*	12	7.4	
	4	64*	17	6.99	
June/2014	1	70*	20	6.69	6.39
	2	64*	25	6.39	
	3	80*	10	7.37	
	4	60*	30	7.19	
Aug/2014	1	65*	22	6.67	6.67
	2	74*	13	7.49	
	3	77*	13	7.37	

Oct/2014	1	64*	25	7.5	7.4
	2	65*	24	7.4	
	3	56*	33	7.37	
	4	72*	17	7.65	
Dec/2014	1	65*	25	6.05	6.05
	2	82*	8	7.23	
	3	77*	13	7.13	
Mar/2015	1	74*	12	6.45	6.45
	2	82*	4	6.84	
	3	78*	7	6.95	
	4	79*	7	7.13	
	5	67*	19	6.86	
Nov/2015	1	52	38	5.88	

The expectations marked with * present significant difference between responses YES and NO.

The Minimum Standard for each evaluation time, could be defined as the lowest overall acceptance score, as long as the sample reaches, significantly, the minimum consumer expectation. However, this minimum standard can only be considered if proven to be superior to an overall acceptance score that demonstrably does not satisfy consumer expectations.

It can be seen that 30 samples complied significantly to the minimum consumer expectation, and one sample (Nov/2015) did not present significant difference between yes and no, it not being possible to affirm whether it met the minimum expectation or not. Thus, we cannot assume the overall acceptance scores obtained over the eight bimesters of analysis as a reliable minimum quality standard for watermelon. If we did assume the scores as reliable, we could be overestimating the minimum quality standard. We can say, however, that a 6.05 or greater overall acceptance score for watermelon meets the consumer expectation, with the possibility that scores under 6.05 can also meet their expectation. Although on one hand, the data obtained did not permit the establishment of a minimum quality standard for watermelon, on the other, the results suggest that the quality of the watermelon marketed in the CEASA

Minas, Brazil, fortunately, conforms to Brazilian consumer expectations.

In order to illustrate the importance and functionality of the obtained model, it was used to assess whether the 58 repetitions analyzed from August 2012 to February 2015, referring to the averages presented in Tables 2 and 3, meet the minimum expectations of the consumer, presenting a sensory acceptance score greater or equal to the Standard Minimum Quality established (Table 8).

Table 8: Percentage of fruits analyzed from August 2012 to February 2015 in relation to the Overall Impression score, obtained from the predictive model.

Global Impression	Number of Repetitions	%
Below 6.05	4	6.90
6.05 – 7.00	12	20.69
7.00 – 8.00	22	37.93
Over 8.00	20	34.48
TOTAL	58	100

It can be observed that 93.10% of the analyzed fruits had overall acceptability equal to or higher than 6.05. However, 6.90% of the samples did not reach the 6.05 score, which can be the result of consumer frustration and dissatisfaction. These results demonstrate the importance and functionality of the predictive model, which associated with an established Minimum Standard, can be used as an important tool in ensuring customer satisfaction, besides being used in setting fair prices for watermelon, depending on its real sensory quality.

These results reinforce the importance of considering the sensory acceptability of foods, especially watermelon, as having a multivariate nature. If we were to consider the recommendation of the European Union (Dias and Lima, 2010) that marketable watermelons must have at least 9% of SS, about

19% of the samples would be considered unmarketable, presenting overall acceptance scores equal to or lower than 6.05 and thus certainly at odds with the consumer expectation,.

4 CONCLUSION

Throughout the study period, there was variation in the quality of watermelons sold in the CEASA Minas.

A predictive model of sensory acceptance for watermelon was obtained and validated, using all variables related to fruit pulp (pH, TA, SS, SS/TA, firmness of the center, pulp coloration parameters (L^* , Chroma and Hue) and juice yield (%)).

Watermelons with sensory acceptance scores equal to or higher than 6.05 meet the minimum consumer expectations.

The model created can be used in association with the Minimum Standard to predict whether the fruit marketed meets the minimum consumer expectations, ensuring good quality and fair prices.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank their Brazilian sponsors, CNPq, CAPES and FAPEMIG, for the financial support and CEASA, MG, for the logistical support.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC — Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (16th), Washington, DC: AOAC International, 1998.

BARNETT, V. Outlier and order statistics. *Commun. Stat., part A: theory and methods*, New York, v.17, n.7, p.2109–2118, 1988.

BARTHUS, R. C., MAZO, L. H., & POPPI, R. J. Determinação simultânea de NADH e ácido ascórbico usando voltametria de onda quadrada com eletrodo de carbono vítreo e calibração multivariada. *Eclética Química*, Araraquara, 30(4), 51–58, 2005.

BROWN Jr, A.C.; SUMMERS, W.L. Carbohydrate accumulation and color development in watermelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v.110, n.5, p.683-687, 1985.

CHIRICO, N., & GRAMATICA, P. Real External Predictivity of QSAR Models : How To Evaluate It Comparison of Different Validation Criteria and Proposal of Using the Concordance Correlation Coefficient. *Journal of Chemical information and Modeling*, 51, 2320–2335, 2011.

CORRÊA, S.C., PINHEIRO, A.C.M., SIQUEIRA, H.E., CARVALHO, E.M., NUNES, C.A., VILAS BOAS, E.V.B. Prediction of the sensory acceptance of fruits by physical and physicochemical parameters using multivariate models. *Food Science and Technology*, 59, P. 666-672, 2014.

DIAS RCS; LIMA MAC. 2010. Colheita e Pós-Colheita. In: DIAS RCS; RESENDE GM; COSTA ND (eds). Sistema de produção de melancia. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/colheita.htm>>. Acesso em: 04/09/2015.

ELMOSTROM, G.W.; DAVIS, P.L. Sugar in developing and mature fruits of several watermelon cultivars. Journal of the American Society of Horticultural Science, Mount Vernon, VA, v. 106, n.3, p.330-333, 1981.

FAGAN, C. C., DONNELL, C. P. O., CALLAGHAN, D. J. O., DOWNEY, G., SHEEHAN, E. M., DELAHUNTY, C. M., HOWARD, V. Application of Mid-Infrared Spectroscopy to the Prediction of Maturity and Sensory Texture Attributes of Cheddar Cheese. Food Engineering and Physical Properties, 72(3), E130–E137, 2007.

FAO. Production/crops. Disponível em <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em 03/09/2015.

FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. Pacote computacional).

FRUPEX, BRASILIAN MINISTRY OF AGRICULTURE, SUPPLY AND AGRARIAN REFORM. Brazilian fruits: an illustrated guide for importers. Brasília: Ministério da Agricultura, 1994.

GRANGEIRO, L.C.; PEDROSA, J.F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z. Qualidade de híbridos de melão em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.110-113, 1999.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos (4th ed). São Paulo: IAL, 1020 pp, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 39, p.1-101, 2012. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_anual/2012/pam2012.pdf> . Acesso em 02/09/2015.

KENNARD, R.W., & STONE, L.A. Computer aided design of experiments. *Technometrics*, 11, 137-148, 1969.

KIRALJ, R., & FERREIRA, M. M. C. Basic Validation Procedures for Regression Models in QSAR and QSPR Studies: Theory and Application. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 20(4), 770–787, 2009.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, v. 20, p. 207-220, 2000.

MEHINAGIC, E., ROYER, G., SYMONEAUX, R., BERTRAND, D., & JOURJON, F. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology*, v. 34, p. 257-269 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation techniques. Boca Raton: CRC Press, 1987.

MENDONÇA, K. et al. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. Brazilian Journal of Food Technology. v.6, n.2, p.179-183, jul./dez. 2003.

MENEZES, J.B.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ANDRADE, G.G.; ALMEIDA, J.H.S.; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. In: ALVES, R.E.(organizador). *Melão. Pós-Colheita*. Brasília: EMBRAPA, p.13-22, 2000.

MESTRES, C., DORTHE, S., & EL, N. O. Prediction of Sensorial Properties (Color and Taste) of Amala , a Paste From Yam Chips Flour of West Africa , Through Flour Biochemical Properties. PlantFoods for HumanNutrition, n.59, p. 93–99, 2004.

NETO, I.S.L., GUIMARÃES, I.P., BATISTA, P.F., AROUCHA, E.M.M, QUEIROZ, M.A. Qualidade de frutos de diferentes variedades de Melancia provenientes de Mossoró – Rn. RevistaCaatinga, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 14-20, out.-dez., 2010.

NILSEN, H., & ESAIASSEN, M. Predicting sensory score of cod (Gadusmorhua) from visible spectroscopy. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 38, p. 95– 99, 2005.

NUNES, C.A.; ALVARENGA, V.O., SANT'ANA A.S., SANTOS J.S., GRANATO, D. The use of statistical software in food science and technology: Advantages, limitations and misuses. Food Research International Volume 75, September 2015, Pages 270–280.

NUNES, C. A., FREITAS, M. P., PINHEIRO, A. C. M., & BASTOS, S. C. Chemoface: a Novel FreeUser-Friendly Interface for Chemometrics. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(11), 2003–2010, 2012.

ROY, P. P., PAUL, S., MITRA, I., & ROY, K. Roy et al. On Two Novel Parameters for Validation of Predictive QSAR Models. *Molecules*, 2009, 14, 1660-1701. *Molecules*, 15, 604–605, 2010.

SANTOS GR; CASTRO NETO MD; CARVALHO ARS; FIDELIS RR; AFFÉRI FS. Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. *Bioscience Journal* 26: 266-272, 2010.

STONE, H.S., & SIDEL, J.L. *Sensory evaluation practices*, San Diego, CA: Academic Press, 1993

TROPSHA, A. Best Practices for QSAR Model Development, Validation , and Exploitation. *Molecular Informatics*, 29, 476–488, 2010.

TUKEY, J. W. *A survey of sampling from contaminated distribution. Contributions to Probability and Statistics*. California: University Press Stanford, 1960.

WALKELING, I.N., & MACFIE, J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of κ samples from τ may be tested. *Food Quality and Preference*, 6, 299-308, 1995.

ANEXO A - TABELAS

Tabela I. Localidade de origem dos Melões ao longo dos 16 bimestres de estudo.

Agosto 2012 (1º Avaliação)		
Codificação	Origem	Estado
Melão 1	Melicia	Icapuí CE
Melão 2	Doçura	Quixeré CE
Melão 3	CepiFrutas	Canto do Buriti PI
Melão 16	Du Norte	Mossoró RN
Melão 17	Forró	Mossoró RN
Outubro 2012 (2º Avaliação)		
Melão 1	Melicia	Icapuí CE
Melão 2	Cepi	Aracati CE
Melão 3	Rei	Aracati CE
Melão 4	Samba	Mossoró RN
Melão 5	Doçura	Quixeré CE
Melão 6	DistribuidoraMamanguape	Mossoró RN
Dezembro 2012 (3º Avaliação)		
Melão 1	Cepi	Aracati-CE
Melão 2	Melícia	Icapuí-CE
Melão 3	Otani	Mossoró-RN
Melão 4	Doçura	Quixeré-CE
Melão 5	Dubon	Baraúna-RN
Fevereiro 2013 (4º Avaliação)		
Melão 1	Cepi	Aracati-CE
Melão 2	Famosa com redinha	Icapuí-CE
Melão 3	Doçura	Quixeré-CE
Melão 4	Melícia	Icapuí-CE
Abril 2013 (5º Avaliação)		
Melão 1	Top Brasil	Icapuí-CE
Melão 2	Melícia	Mossoró-RN
Melão 3	Cepi	Mossoró-RN
Melão 4	Samba	Mossoró-RN
Melão 5	Rei	Salvador-BA

Junho 2013 (6° Avaliação)		
Melão 1	Top Brasil	Mossoró-RN
Melão 2	Melícia	Mossoró-RN
Melão 3	Cepi	Mossoró-RN
Melão 4	Rei	Canto do Burité-PI
Agosto 2013 (7° Avaliação)		
Melão 1	Du Norte	Canto do Buriti-PI
Melão 2	Douçura	Quixeré-CE
Melão 3	Suemi	Juazeiro-BA
Melão 4	Cepi	Canto do Buriti-PI
Melão 5	Samba	Mossoró-RN
Outubro 2013 (8° Avaliação)		
Melão 1	Cepi	Canto do Buriti-PI
Melão 2	Rei	Canto do Burité-PI
Melão 3	Doçura	Quixeré-CE
Melão 4	Caipira	-Mossoró-RN
Melão 5	Formosa	Icapuí-CE
Dezembro 2013 (9° Avaliação)		
Melão1	Doçura	Quixeré-CE
Melão 2	Top Brasil	Icapuí-CE
Melão 3	Melicia	Icapuí-CE
Melão 4	Otani	Mossoró-RN
Melão 5	Cepi	Aracati-CE
Fevereiro 2014 (10° Avaliação)		
Melão 1	Melícia	Icapuí-CE
Melão 2	Top Brasil	Icapuí-CE
Melão 3	Agrossol	Baraúna-RN
Melão 4	Forró	Mossoró-RN
Melão 5	Rey	Mossoró-RN
Abril 2014 (11° Avaliação)		
Melão 1	JPS Frutas	Juazeiro do Norte-BA
Melão 2	PotyDoce	Mossoró-RN
Melão 3	Samba	Mossoró-RN
Melão 4	Rei	Juazeiro do Norte-BA
Melão 5	Cepi	Ribeiro do Amparo-BA

Junho 2014 (12° Avaliação)		
Melão 1	Samba	Mossoró-RN
Melão 2	PotyDoce	Mossoró-RN
Melão 3	Rei	Bauru-SP
Melão 4	JPS Frutas	Juazeiro do Norte-BA
Melão 5	Mossoró	Mossoró-RN
Agosto 2014 (13° Avaliação)		
Melão 1	Angelicos	Upunema-RN
Melão 2	Rei	Canto do Buriti-PI
Melão 3	Cepi	Canto do Buriti-PI
Melão 4	Otoni	Mossoró-RN
Melão 5	Poty Doce	Mossoró-RN
Outubro 2014 (14° Avaliação)		
Melão 1	Doçura	Quixeré-CE
Melão 2	Rei	Aracatí-CE
Melão 3	Melicia	Icapuí-CE
Melão 4	Cepi	Aracatí-CE
Melão 5	Top Brasil	Icapuí-CE
Dezembro 2014 (15° Avaliação)		
Melão 1	Otoni	Mossoró RN
Melão 2	PotyDoce	Mossoró RN
Melão 3	Douçura	Quixeré CE
Melão 4	Suemi	Juazeiro do Norte BA
Melão 5	Cepi	Aracatí CE
Março 2015 (16° Avaliação)		
Melão 1	Doçura	Quixeré-CE
Melão 2	Mossoró	Mossoró-RN
Melão 3	Agrosol	Aratí-CE
Melão 4	Samba	Mossoró-RN
Melão 5	Cepi	Ribeirão do Amparo- BA

Tabela II. Localidade de origem das melancias ao longo dos 16 bimestres de estudo.

Agosto 2012 (1° Avaliação)		
Codificação	Origem	Estado
Melancia 18	Barreiras	BA
Melancia 19	Uruama	GO
Melancia 20	Lagoa da Confusão	TO
Outubro 2012 (2° Avaliação)		
Melancia BA	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 2	Corinto	MG
Melancia 3	João Pinheiro	MG
Melancia 17	Tupã	SP
Melancia 18	Uruana	GO
Dezembro 2012 (3° Avaliação)		
Melancia 1	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 2	Brasília de Minas	MG
Melancia SP	Itápolis	SP
MelanciaSul	Arroio do Rato	RS
Fevereiro 2013 (4° Avaliação)		
Melancia 1	Brasília de Minas	MG
Melancia 2	João Pinheiro	MG
Melancia 3	Sete Lagoas	MG
Melancia 4	Unaí	MG
Abril 2013 (5° Avaliação)		
Melancia 1	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 2	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 3	Brasília de Minas	MG
Melancia 4	João Pinheiro	MG
Melancia 5	Abaeté	MG
Junho 2013 (6° Avaliação)		
Melancia 1 (G)	Goiás	GO
Melancia 2 (T)	Lagoa da Confusão	TO
Melancia 3	Lagoa da Confusão	TO
Melancia 4 (B)	Teixeira de Freitas	BA
Agosto 2013 (7° Avaliação)		
Melancia 1	Formosa	TO
Melancia 2	Lagoa da Confusão	TO
Melancia 3	Formoso	TO

Outubro 2013 (8º Avaliação)		
Melancia 1	Teixeira de Freitas	Ba
Melancia 2	Teixeira de Freitas	Ba
Melancia 3	Teixeira de Freitas	Ba
Dezembro 2013 (9º Avaliação)		
Melancia 1	Teixeira de Freitas	Ba
Melancia 2	Brasília de Minas	MG
Melancia 3	Bom Despacho	MG
Fevereiro 2014 (10º Avaliação)		
Melancia 1	Bagé	RS
Melancia 2	Salvador	BA
Melancia 3	Arroio do Rato	RS
Melancia 4	Teixeira de Freitas	BA
Abril 2014 (11º Avaliação)		
Melancia 1	Tupã	SP
Melancia 2	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 3	Janauba	MG
Melancia 4	Bagé	RS
Junho 2014 (12º Avaliação)		
Melancia 1	Uruama	GO
Melancia 2	Morada Nova	MG
Melancia 3	Bauru	SP
Melancia 4	Bagé	RS
Agosto 2014 (13º Avaliação)		
Melancia 1	Uruama	GO
Melancia 2	Lagoa da Confusão	TO
Melancia 3	Rio Verde	GO
Outubro 2014 (14º Avaliação)		
Melancia 1	Uruama	GO
Melancia 2	Rio Verde	GO
Melancia 3	Jaíba	MG
Melancia 4	Uberlândia	MG
Dezembro 2014 (15º Avaliação)		
Melancia 1	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 2	Pampas	SP
Melancia 3	Itápolis	SP
Março 2015 (16º Avaliação)		
Melancia 1	Presidente Bernardes	SP
Melancia 2	Teixeira de Freitas	BA
Melancia 3	Porto Alegre	RS