



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**USO DO ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO DE AMIDO NA INDICAÇÃO DA
QUALIDADE DE MANGA 'TOMMY ATKINS' INJURIADA POR
IMPACTO**

FRANCISCO DE ASSIS DE SOUSA

PROF^a. Dr^a. RAILENE HÉRICA CARLOS ROCHA

POMBAL-PB

2014

FRANCISCO DE ASSIS DE SOUSA

**USO DO ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO DE AMIDO NA INDICAÇÃO DA
QUALIDADE DE MANGA 'TOMMY ATKINS'
INJURIADA POR IMPACTO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Prof^ª. Dr^ª. Railene Hérica Carlos Rocha - Orientadora

**POMBAL, PB
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

MON
S725u

Sousa, Francisco de Assis de.

Uso do índice de degradação de amido na indicação da qualidade de manga 'Tommy Atkins' injuriada por impacto / Francisco de Assis de Sousa. - Pombal, 2014.

36fls.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Railene Hérica Carlos da Rocha".

Referências.

1. Manga - *Mangifera Indica L.* 2. Manga - Qualidade. 3. Injúria Mecânica I. Rocha, Railene Hérica Carlos da. II. Título.

UFCG/CCTA

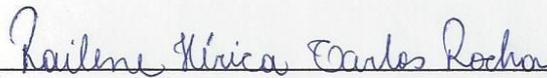
CDU 634.441

FRANCISCO DE ASSIS DE SOUSA

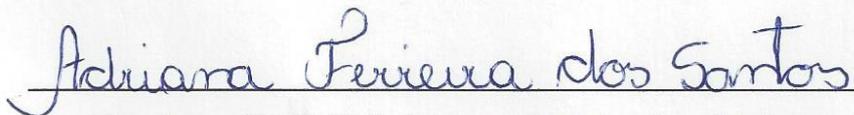
**USO DO ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO DE AMIDO NA INDICAÇÃO DA
QUALIDADE DE MANGA 'TOMMY ATKINS'
INJURIADA POR IMPACTO**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

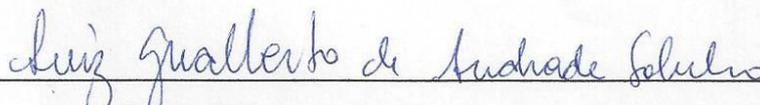
Aprovado em: 19 / 02 / 2014



Orientadora - Prof^ª. Dr^ª. Railene Hérica Carlos Rocha
(UFCG/UAGRA/CCTA)



Membro – Prof^ª. Dr^ª. Adriana Ferreira dos Santos
(UFCG/UATA/CCTA)



Membro – Prof^º. Dr^º. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho
(UFCG/UATA/CCTA)

POMBAL-PB

2014

DEDICATÓRIA

A Deus por estar sempre presente em minha vida;

Aos meus pais, Assis Abidias de Sousa e Damiana Pereira de Sousa que sempre me apoiaram e incentivaram a nunca desistir dos meus objetivos;

Aos meus dois grandes amores Analiane da Silva Ribeiro de Sousa e Aline Assis Ribeiro de Sousa que estão presentes na realização deste sonho e a quem devo todo o meu AMOR;

As minhas irmãs Geruza, Vanuza e Mabel, por sempre me apoiarem;

Toda minha sincera dedicação!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela saúde, pela sabedoria e por me colocar no caminho certo, e sempre me dando ânimo para não fraquejar nunca e, pela presença constante em minha vida;

Aos meus pais Assis e Damiana que sempre fazem o impossível para a realização dos meus objetivos;

A minha esposa Analiane e a minha filha Aline por sempre me apoiarem e compreenderem os momentos de ausência;

As minhas irmãs, por todos os momentos de alegria e companheirismo;

Agradeço a minha orientadora Railene Hérica Carlos Rocha, pela confiança no meu trabalho, incentivo e a paciência durante toda a vida acadêmica e por todos os ensinamentos além da amizade durante todo o tempo que trabalhamos juntos;

A todos os professores do curso de agronomia pelos conselhos e ensinamentos;

A todos os amigos e companheiros de laboratório: Inácia Moreira, Helton de Souza, Emanuela Paiva, Wellington A. Guedes, Maria Gilmar, Júlia Medeiros e Elny Onias pelo esforço e comprometimento nos trabalhos, a todos os meus sinceros agradecimentos.

Aos amigos e colegas de curso: Francisco Cássio, Francisco Freitas, Maria Gilmar, Késsia Regina, Damiana Salviano, Erik Carla, Emanuel Moreira, Hamurabi Anízio, Tádria Cristiane, Ênio Holanda, Marlon Ferreira, Maria Geane, Ronny Lourenço, Francisco Tadeu, Breno Moura, Wemersom Silva, Filipe Quirino e todos os outros, pelos momentos de confraternização, brincadeiras e apoio nos momentos de dificuldade;

A todos os que fazem o CCTA/UFCG, em especial aos técnicos de laboratório Tiago, Fabíola, Joice, Wélida e Roberta pela paciência e gentileza;

Em fim, a todos que me ajudaram, em todos os momentos, ao longo da minha vida acadêmica.

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Aspectos gerais da mangueira.....	9
2.2. Maturação e qualidade.....	10
2.3. Influência do impacto na qualidade da manga.....	12
2.4. Índice de degradação de amido.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Características avaliadas.....	16
3.2. Análise estatística.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
APÊNDICE	36

RESUMO

O Brasil é um dos grandes produtores e exportadores de manga do mundo, e a sua qualidade esta diretamente relacionada ao ponto de colheita. Desta forma, no presente trabalho objetivou-se avaliar a qualidade da manga 'Tommy Atkins' com e sem injúria por impacto, em diferentes estádios de maturação, utilizando solução à base de iodo-iodeto de potássio como indicativo de mudança na maturação e na qualidade. Os frutos foram coletados em cinco estádios de maturação, na estação experimental da EMEPA, Aparecida-PB. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (5 x 2), representado por cinco estádios de maturação e duas condições de manuseio, com e sem impacto, com quatro repetições. A injúria por impacto foi realizado há uma altura de 2,0 m, sendo dois impacto por fruto, em lados opostos. O índice de degradação de amido foi determinado utilizando pincelamento da polpa com solução aquosa de iodo-iodeto de potássio e após cinco minutos atribuiu-se notas, a partir de uma escala subjetiva variando de 0 a 6, que indicaram a proporção da polpa tingida pela solução. Avaliou-se também a perda de massa fresca, sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), relação SS/AT, cor da casca e da polpa, vitamina C, extravasamento de eletrólitos, açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que o impacto não influenciou na qualidade dos frutos, em nenhum dos estádios de maturação estudado, e que o índice de degradação de amido não é adequado para ser utilizado como um indicativo de frutos com injúria por impacto. Em função do amadurecimento dos frutos verificou-se uma tendência de aumento dos sólidos solúveis, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais e do pH independentemente de ser submetido a injuria por impacto ou não. No entanto verificou-se uma tendência de diminuição da acidez titulável, vitamina C, e da perda de massa fresca com o avanço da maturação.

Palavras-Chave: *Mangifera indica* L., injúria mecânica, maturação, índice de degradação de amido.

ABSTRACT

Brazil is a major producer and exporter of mango in the world, and its quality is directly related to the ideal point of harvest. Thus, the present study aimed to evaluate the quality of mango 'Tommy Atkins' with and without impact injury at different stages of maturation, using solution - based iodine potassium iodide as an indicator of change in maturity and quality. The fruits were collected at different maturation stages, in the EMEPA, Ali-PB experiment station. The experimental design was completely randomized (CRD) in factorial (5 x 2), represented by the different maturation stages and two handling conditions, with and without impact, with four replications. The impact injury was performed for a height of 2.0 m, two impacts per fruit on opposite sides. The rate of degradation of starch has been determined using brushing the pulp with an aqueous solution of iodine - potassium iodide and after five minutes is assigned notes, from a subjective scale ranging from 0 to 6, which indicate the ratio of the dyed pulp solution. We also assessed the loss of weight, soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), SS/TA, color of skin and pulp, vitamin C, electrolyte leakage, reducing sugars, non-reducing sugars and total sugars. According to the results obtained it was found that the impact will not influence the quality of the fruit in any of the studied ripening stages, and that the rate of starch degradation is not suitable to be used as an indicator of impact injury with fruits. As a function of fruit ripening there was a trend for increased soluble solids, reducing sugars, non-reducing sugar, total sugars and pH regardless of being subjected to injury by impact or not. However there was a trend of decreasing acidity, vitamin C, and fresh weight loss with advancing maturity.

Key words: *Mangifera indica* L., mechanical injury, maturation, starch degradation index.

1.INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário mundial como um dos maiores produtores e exportadores de manga (*Mangifera indica* L.) sendo que na região nordeste, atualmente, a cultura da manga é uma das mais importantes devido ao elevado volume de produção e exportação. Embora o nível tecnológico na logística de comercialização para o mercado externo seja avançada, ainda é necessário a utilização de métodos rápidos e práticos que permitam identificar a qualidade interna dos frutos, tendo em vista a importância dos atributos físicos e químicos de qualidade, como a firmeza da polpa, uniformidade de cor, teor de açúcares, entre outros, que devem ser observados por ocasião da determinação do ponto de colheita, conforme as exigências do mercado.

A determinação do ponto de colheita através do índice de degradação de amido (IDA) tem sendo estudado por alguns autores (FAN et al., 1995; BROOKFIELD et al., 1997; ROCHA et al., 2001) com o objetivo de detectar a presença de amido em produtos vegetais através do desenvolvimento de uma coloração escura. A determinação do IDA baseia-se no princípio de que ao se pincelar a polpa do fruto com solução preparada à base de iodo-iodeto de potássio, a região da polpa adquire coloração escura, como indicativo do teor de amido (BROOKFIELD et al.1997). Desta forma, a utilização de uma escala de coloração para a caracterização da proporção da área tingida na polpa do fruto pelo uso da solução, poderá ser auxiliar na caracterização da qualidade química do fruto (BROOKFIELD et al.1997; ROCHA et al., 2001).

Em manga, o índice de degradação de amido tem forte correlação com as mudanças no conteúdo de amido, açúcares redutores, açúcares não redutores, sólidos solúveis, coloração da casca, coloração da polpa, firmeza da polpa, pH e acidez titulável, podendo ser, portanto, utilizado em nível de campo com eficácia, como mais uma alternativa para estimar a qualidade e maturação dos frutos (ROCHA et al., 2001).

Neste sentido objetivou-se avaliar a qualidade da manga 'Tommy Atkins' com e sem injúria por impacto, em diferentes estádios de maturação, utilizando solução à base de iodo-iodeto de potássio como indicativo de mudança na maturação e na qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS DA MANGUEIRA

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à classe Dicotiledônea e à família Anacardiaceae. O gênero *Mangifera* inclui cerca de 60 espécies, das quais a *M. indica* é a mais importante. É uma árvore frondosa, de porte médio a grande, com copa simétrica, variando de densa a ereta e aberta, e com folhas sempre verdes. O sistema radicular é caracterizado por uma raiz pivotante e por raízes de superfície, as quais apresentam ramificações compostas por raízes finas e fibrosas (SANTOS-SEREJO, 2005). O fruto é caracterizado como climatérico, no qual se caracteriza por um aumento rápido e significativo na respiração imediatamente antes, ou durante o amadurecimento e aumento na produção auto catalítica do etileno (AWAD, 1993; CRUZ, 2010).

Originária do sudoeste asiático, a mangueira (*M. indica* L.) disseminou-se para várias regiões do mundo. A manga destaca-se como uma fruta de alto valor comercial em muitas regiões, principalmente nas tropicais e é a quarta fruta dos trópicos a alcançar o mercado internacional, depois da banana, abacaxi e o abacate (TODAFRUTA, 2010). Tradicionalmente o mercado potencial para exportação é muito exigente quanto à qualidade dos frutos. Isso se dá em função do nível de exigência dos mercados importadores serem maiores do que aqueles observados no mercado interno (BARROS et al., 2013).

A mangueira é cultivada em todos os estádios do Nordeste, em particular nas áreas irrigadas, que apresentam excelentes condições para o desenvolvimento da cultura e obtenção de elevada produtividade e qualidade de frutos. Esta cultura reveste-se de especial importância econômica e social, na medida em que envolve um grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo, e destaca-se entre as culturas produzidas no país (XAVIER et al., 2009).

Por ser uma fruta climatérica exige cuidados na pós-colheita, como o manuseio adequado para que não haja muitas perdas devido a causas intrínsecas como a respiração, senescência e transpiração ou causas extrínsecas como danos mecânicos, patógenos, temperatura, umidade relativa do ar e contaminações (COSTA & SANTOS, 2004).

As principais variedades cultivadas no Brasil em áreas comerciais são: 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Keitt', 'Van Dyke', 'Rosa', 'Ubá', entre outras (FARONI et al., 2009). Dentre elas, destaca-se a 'Tommy Atkins', por ser a mais cultivada e exportada no País, por ter boa produtividade, boa capacidade de adaptação a diferentes ambientes de cultivo, maior tolerância a certas doenças, como o oídio, a antracnose e a verrugose, além de apresentar frutos com boa qualidade e boa conservação pós-colheita (CARVALHO, 2004).

2.2. MATURAÇÃO E QUALIDADE

Na manga, a identificação da maturidade é baseada, principalmente, através de observação da rugosidade e brilho da casca, do enchimento ou formação de "ombro" na região do pedúnculo, da firmeza da polpa e da cor, tanto da casca quanto da polpa (LIMA et al., 2009). Porém, reconhece-se que esses elementos são passíveis de erro e não tem sido usados com sucesso em algumas cultivares (SUBEDI et al., 2007). Desta forma, frutos com características visuais externas típicas de um estágio de maturação podem apresentar características de polpa reconhecidamente do estágio anterior (LIMA et al., 2009)

Considerando que a composição química da manga varia com as condições de cultivo, a cultivar e o estágio de maturação, além de outros fatores (CARDELLO & CARDELLO, 1998; LIMA et al., 2009), o amplo conhecimento da evolução da maturação dessa fruta, nas condições regionais de cultivo, permitirá definir com maior segurança o ponto de colheita que potencializa a vida útil e permite adequado manejo pós-colheita, ao mesmo tempo em que assegura a aparência, o sabor e o valor nutricional desejados pelos consumidores (LIMA et al., 2009).

De acordo com Alves et al. (2002), a maturação mínima para colheita da cv. "Tommy Atkins" é quando a mesma apresenta cor de polpa 1 (creme), cor de casca 2 (verde claro), firmeza 129,41 N e sólidos solúveis totais 7,3 °Brix. Entretanto, é recomendado para que as mangas que se destinam à Europa e ao Canadá sejam colhidas com cor de polpa correspondente ao grau entre 2 (até 30% da área amarela e o restante creme) e 3 (amarelo), da escala subjetiva proposta por (PROTADE, 1992).

Os frutos da manga colhidos prematuramente não amadurecem ou o fazem de forma irregular (ALVES et al., 2002). Quanto mais imaturo o fruto, maior a sensibilidade à baixa temperatura, e maior a perda de água por transpiração. As deficiências no amadurecimento da manga colhida prematuramente manifestam-se, entre outros aspectos, na cor, na firmeza, no conteúdo de açúcares e na acidez. Por sua vez, uma colheita tardia reduz a vida útil e torna o fruto mais sensível a danos mecânicos e ao ataque de microrganismos (LUCENA, 2009).

Dentre os atributos de qualidade, a firmeza é considerada uma das mais importantes, já que afeta a resistência ao transporte, às técnicas de conservação pós-colheita e ataque de microrganismos (JERONIMO et al., 2007). O amolecimento aumenta através de perda de turgescência, degradação do amido ou degradação das paredes celulares. A perda de turgescência é um processo não-fisiológico associado à desidratação pós-colheita do fruto, podendo adquirir importância comercial durante o armazenamento (LUCENA, 2009).

Outro atributo muito importante são os açúcares, sendo que o aumento nos açúcares solúveis é a mudança composicional mais importante relacionada ao sabor. O conteúdo de amido aumenta durante o desenvolvimento do fruto e é quase completamente hidrolisado em açúcares simples durante o amadurecimento (ITO et al., 1997). O aumento no conteúdo de sacarose no amadurecimento é resultante da hidrólise do amido, por meio do aumento da atividade da enzima amilase (NASSUR, 2013).

Hojo et al. (2009), observaram que o aumento do teor de sólidos solúveis e a redução da acidez titulável em mangas “Tommy Atkins” elevaram a relação SS/AT ao longo do armazenamento sob refrigeração, e tal observação pode estar relacionada ao sabor adocicado dos frutos. Esse acréscimo é devido ao aumento do teor de açúcares em proporções maiores em relação à acidez durante o amadurecimento. E a relação SS/AT é um dos índices mais utilizados para determinar a maturação e a palatabilidade dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Lucena et al. (2000), estudando a caracterização físico-química da manga, cv. “Tommy Atkins”, nos estádios 2, 3 e 4 de maturação, constataram que a firmeza média avaliada através de penetrômetro foi de 95,41, 85,93 e 48,75 N, respectivamente, portanto, é decrescente com o avanço da maturação.

Desta forma, a caracterização do metabolismo de frutos de cultivares de mangas importantes no mercado brasileiro e para exportação permitirá maior compreensão das mudanças metabólicas que ocorrem durante o amadurecimento e melhor identificação de indicadores que poderão auxiliar na avaliação da qualidade final daqueles a serem oferecidos ao consumidor (NASSUR, 2013).

2.3. INFLUÊNCIA DO IMPACTO NA QUALIDADE DE FRUTAS

As injúrias mecânicas ocasionam danos irreparáveis em frutos, principalmente em mangas, pois estes são frutos que apresentam vida útil reduzida. Os danos físicos causados aos tecidos modificam a sua atividade fisiológica promovendo aumento na atividade respiratória, produção de etileno e distúrbios relativos à compartimentalização celular, o que torna os produtos mais perecíveis reduzindo a vida pós-colheita (LUENGO et al., 2003; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O aumento na respiração e na produção de etileno pelos tecidos ocorre minutos após o dano, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações da qualidade sensorial. Como o produto danificado amadurece mais rapidamente, torna-se mais suscetível ao ataque de microrganismos com redução da vida útil (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

As injúrias mecânicas causadas por impacto, compressão e corte, e as podridões são comumente observadas após a colheita de frutos, sendo responsáveis pela redução da qualidade e, conseqüentemente, desvalorização comercial dos produtos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A injúria por impacto é geralmente causada pela colisão do fruto contra superfícies sólidas ou contra outros frutos, durante as etapas de colheita, manuseio e transporte. Ela pode causar danos externos, que são facilmente visualizados na superfície, com a ruptura ou não da epiderme e formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento (SANCHES, 2006).

Mattiuz et al. (2002) constataram em goiabas “Paluma” e “Pedro Sato” submetidas a diferentes injurias mecânicas que a injúria por impacto não apresentou sintomas externos prontamente visíveis, ou seja, o pericarpo externo do fruto permanece intacto no momento da injúria e evolui para regiões lesionadas com o passar do tempo.

Figueiredo Neto et al. (2013) verificaram em mamões submetidos a diferentes danos mecânicos, que a concentração de sólidos solúveis foi maior nos frutos analisados com quinze dias após sofrer o dano por impacto o que pode ser justificado pelo aumento da maturação dos mesmos. Um dos principais efeitos do impacto nos frutos e o amolecimento, devido à rápida perda de firmeza da polpa, sendo a coloração e a firmeza um dos atributos mais importantes da qualidade e de grande importância para aceitabilidade do consumido (GODOY, 2008).

No entanto Sousa et al. (2013) avaliando diferentes injurias mecânicas em manga “Tommy Atkins” observaram um aumento no conteúdo de sólidos solúveis ao longo do amadurecimento, independentemente do tipo de injuria mecânica.

2.4. ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO DE AMIDO

Uma das mais principais modificações durante o amadurecimento de frutos climatéricos que contenham reservas de amido em sua constituição celular é a hidrólise deste carboidrato, culminando com o acúmulo de açúcares e o adoçamento da polpa (BRAZ et al., 2008). A redução do conteúdo de amido nos frutos ao longo do amadurecimento ocorre concomitantemente ao aumento nos teores de açúcares totais, açúcares não redutores e sólidos solúveis totais, demonstrando crescente conversão de amido em açúcares simples. Nesse processo, a enzima amilase é uma das principais responsáveis pela hidrólise do amido do fruto em oligossacarídeos (WATADA, 1986).

O índice de degradação de amido (IDA) tem sido usado como ferramenta para estudar o desenvolvimento de algumas cultivares de maçãs durante o seu amadurecimento (BROOKFIELD et al., 1997; FAN et al., 1995). A determinação do IDA se baseia na realização do teste iodo-amido, a partir da reação do amido acumulado nas células da polpa dos frutos com uma solução de iodo-KI, produzindo uma coloração escurecida (FAN et al., 1995).

Em manga a utilização do índice de degradação de amido (IDA), foi utilizado como mais um atributo para determinar o ponto de colheita dos frutos. Desta forma Rocha et al. (2001) estudaram a eficiência do índice de degradação de amido em manga ‘Tommy Atkins’ através da correlação deste com o conteúdo de amido, açúcares totais, açúcares redutores, açúcares não redutores, sólidos solúveis,

acidez titulável, cor da casca e da polpa, entre outros. Verificou-se uma forte correlação entre o IDA e os atributos de qualidade analisados. Quanto à cor, que é um critério mais utilizados para a determinação do estágio de maturação e indicativo do ponto de colheita, a elevada correlação do IDA com a coloração da casca e da polpa indicou que quanto mais verde a casca e quanto mais branca a polpa, maior a área do fruto tingida pela solução de iodo (ROCHA et al., 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As mangas 'Tommy Atkins' utilizadas nesse trabalho foram coletadas na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) na Estação Experimental da cidade de Aparecida - PB, Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa - PB (PIVAS) e selecionadas em cinco estádios de maturação (Figura 1).

A colheita dos frutos foi realizada no período da manhã e utilizou-se uma tesoura de poda, cortando-se o pedúnculo a 5 cm de comprimento para evitar o escorrimento de látex sobre a casca dos frutos. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em caixas plásticas, forradas com jornal e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Pombal - PB.

No laboratório o pedúnculo foi aparado a 0,5 cm de comprimento, seguido da lavagem dos frutos em água corrente e, posteriormente, imersão em solução contendo água clorada (150 ppm/L de cloro) por 15 minutos e deixadas para secagem natural a temperatura ambiente.

Os frutos foram previamente caracterizados pela cor da polpa e da casca conforme PROTRADE (1992) e a classificação para a polpa foi a seguinte: 1 - Fruto verde; 2 - Verde com traços de amarelo; 3 - Mais verde que amarelo; 4 - Mais amarelo que verde; e 5 - Traços de verde. Para a coloração da casca, utilizou-se a mesma escala, variando da coloração verde a vermelho (Figura 1).



Figura 1. Escala de maturação da manga 'Tommy Atkins' segundo sua coloração de casca e da polpa. Foto: Francisco de Assis de Sousa.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial do tipo 5 x 2 (estádios de maturação x manuseios), com quatro repetições e dois frutos por repetição, totalizando 80 frutos no experimento. Para os manuseios, considerou-se frutos sem injúrias mecânicas e frutos com injúria por impacto.

A injúria por impacto foi realizada simulando possível queda no pomar, no momento da colheita. Em laboratório, a condição foi simulada colocando-se um recipiente contendo areia, onde os frutos foram soltos, um a um há uma altura de 2,0 m, reproduzindo o impacto. Foram adotados dois impactos por fruto, em lados opostos, na região equatorial.

Posteriormente, os frutos foram mantidos em bancada, sob condição ambiente ($28^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $66\% \pm 5$ UR), sendo analisados no 7º dia de armazenamento.

3.1. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Para as análises realizadas na polpa, primeiramente, retirou-se a casca dos frutos, através de descasque manual, com faca doméstica e separou-se a polpa do caroço. A mesma foi homogeneizada em um multiprocessador doméstico e após a análise de vitamina C, pH, acidez titulável, sólidos solúveis realizou-se o congelamento em freezer para a realização das análises de açúcares.

Analizou-se as seguintes características:

- a) **Perda de massa fresca:** os frutos foram pesados em balança eletrônica, no dia da instalação do experimento e aos sete dias de acondicionamento. Os resultados foram expressos em percentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido aos sete dias de armazenamento.

- b) **Extravasamento de eletrólitos:** foi realizado retirando-se um disco da casca, na região equatorial dos frutos, medido 1,0 cm de diâmetro, com auxílio de um perfurador de metal. Esta secção foi lavada em água destilada e seca superficialmente em papel absorvente, em seguida foi incubada por 2 horas em tubo de ensaio com tampa contendo 18 ml de água destilada e mantida sob condição ambiente. Após este período, a condutividade elétrica foi medida com um condutímetro digital marca Tecnoyon (modelo mca-150). Posteriormente, os tubos de ensaio contendo as amostras foram autoclavados a 121 °C e 1,0 atm por 30 minutos. Após a autoclavagem, realizou-se novamente a leitura em condutímetro. Os resultados foram expressos como a razão entre os valores obtidos na primeira e na segunda medição, multiplicada por 100 (SEREK et al., 1995).

- c) **Vitamina C:** determinada de acordo com metodologia proposta por Strohecker & Henning (1967), em duplicata. Partiu-se inicialmente de 1 g de polpa, a qual foi diluída para 50 ml de ácido oxálico. Posteriormente realizou-se titulação com solução de Tilman. Os resultados foram expressos em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido ascórbico.

- d) **Potencial hidrogeniônico (pH):** foi determinado diretamente na polpa, através de potenciômetro digital marca TecnoPON (Modelo mPA – 210P/Versão 7.1) com eletrodo de membrana de vidro (AOAC, 2005).
- e) **Teor de sólidos solúveis (SS):** foi determinado diretamente na polpa homogeneizada, através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co., LTD., Japan) com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em % (AOAC, 2005).
- f) **Relação SS/AT:** foi determinada pelo quociente entre as duas características.
- g) **Acidez titulável (AT):** determinada em duplicata, utilizando-se 1g de polpa, à qual foi completado ao volume de 50 ml com água destilada, adicionando-se 2 gotas de indicador fenolftaleína alcoólica a 1%. Em seguida realizou-se a titulação da amostra com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada, expressando-se os resultados em percentagem (%) de ácido cítrico (AOAC, 2005).
- h) **Açúcares redutores e não redutores:** foram determinados utilizando o método de Fehling, conforme a metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Partiu-se de uma amostra de 5 g de polpa, a qual foi diluída para 50 ml com água destilada. Após agitação, esta solução foi levada ao banho Maria por 5 min a 40°C. Após esfriar adicionou-se 2 ml da solução de acetato de chumbo neutro e uma porção de sulfato de sódio anidro. Posteriormente, transferiu-se o volume para uma proveta e completou-se o mesmo para 100 ml. Em seguida, este foi filtrado em erlenmeyer, sendo que 50 ml do filtrado foi reservado para a determinação dos açúcares não redutores. O restante do filtrado foi transferido para uma bureta e titulada com solução de Fehling (A+B). Em um béquer de 250 ml adicionou 10 ml de solução de Fehling A + 10 ml de solução de Fehling B + 40 ml de água destilada. A solução foi colocada em uma chapa aquecedora e quando estava em ebulição, adicionou aos poucos a solução que estava na bureta, agitando sempre, até

que esta solução passou de azul a incolor. Para os açúcares não redutores utilizou-se os outros 50 ml da solução, sendo adicionado 2 ml de ácido clorídrico e posteriormente colocado em banho Maria a 100°C por 15 minutos. Passado o tempo esperou-se esfria para realizar a neutralização com NaOH 40% até a neutralização (pH 7). Em seguida transferiu-se para uma proveta e completou-se o volume para 100 ml (quando necessário realizou a filtração) em que o filtrado foi transferido para bureta e titulado com a solução de Fehling, até que esta solução passou de azul a incolor. Os resultados foram expressos em percentagem.

- i) **Açúcares totais:** foi determinado através do somatório dos açúcares redutores e não redutores e o resultado expresso em percentagem INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

- j) **Cor da casca e cor da polpa:** utilizou-se escala de cores (PROTRADE, 1992). Para a polpa, seguiu-se a escala: 1 - Fruto verde; 2 - Verde com traços de amarelo; 3 - Mais verde que amarelo; 4 - Mais amarelo que verde; e 5 - Traços de verde. Para a coloração da casca, utilizou-se a mesma escala, variando da coloração verde a vermelho.

- k) **Índice de degradação de amido (IDA):** os frutos foram cortados longitudinalmente em duas partes. Uma parte, foi utilizada para o pincelamento da polpa com solução aquosa de iodo-iodeto de potássio preparada na proporção de 2,0 mg I₂ : 20,0 mg KI : 1,0 ml H₂O (FAN et al., 1995). O índice de degradação de amido foi determinado utilizando-se uma escala subjetiva, modificada de Brookfield et al. (1997), onde: 0 = tecido escuro, totalmente tingido; 1 = clareamento inferior a 10% no centro da polpa; 2 = clareamento no centro da polpa entre 10% e 20%; 3 = clareamento entre 20% e 30%; 4 = clareamento entre 30% e 40%; 5 = clareamento entre 40% e 50%; e 6 = clareamento superior a 50%. As notas foram atribuídas após cinco minutos da aplicação da solução aquosa de iodo-iodeto de potássio,

por três avaliadores, onde considerou-se, posteriormente, a média das avaliações.

3.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias através do teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade. Independente da significância entre os fatores, procedeu-se o desdobramento entre os mesmos. Realizou-se também análise de correlação entre o índice de degradação de amido, e os atributos de qualidade analisados, através do programa computacional SISVAR (FERREIRA 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância realizada para as variáveis em estudo, não se detectou efeito significativo para a interação entre os fatores estádios de maturação ('A') e condições de manuseio ('B') para as variáveis perda de massa fresca (PMF), extravasamento de eletrólitos (EE), vitamina C (Vit C), pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, cor da polpa (CP) e o índice de degradação de amido (IDA). Porém, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade entre a interação dos fatores 'A' e 'B' quanto às variáveis cor da casca (CC) e açúcares totais (AÇT); e ao nível de 5% de probabilidade, entre as variáveis açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR) (APÊNDICE).

Houve diferença significativa para PMF, entre os estádios de maturação, nos frutos sem injúria por impacto. Frutos no estágio de maturação 1 tiveram a maior PMF (7,54%), enquanto que os frutos no estágio de maturação 5, observou-se a menor perda de massa (5,43%). Não se constatou diferença entre os estádios de maturação nos frutos com impacto. Os estádios de maturação não foram influenciados pela ocorrência do impacto (Tabela 1).

No entanto Durigan et al. (2005) verificaram em lima acida "Tahiti" submetidas a diferentes injúrias mecânicas que as injúrias levaram os frutos a perderem massa fresca com maior intensidade que os frutos sem injúrias mecânicas durante o

período de armazenamento. Sendo que a manga, assim como a grande maioria dos frutos climatérios, perde peso durante o amadurecimento e a taxa de perda é influenciada pelas condições de armazenamento (MANICA et al., 2001).

Não ocorreu diferença significativa para o extravasamento de eletrólitos e em média o extravasamento foi 56,5% (Tabela 1). Resultados diferentes foram reportados por Godoy (2008), que constataram para mamões ‘Golden’ quando submetidos a diferentes injurias mecânicas, que a injuria por impacto promoveu efeito imediato no extravasamento de eletrólitos, uma vez que, dois dias após a reprodução da injuria por impacto os frutos apresentaram 67% mais extravasamento de íons do que os frutos controle. Para Andrade (2013) o aumento no extravasamento de eletrólitos é causado pela ruptura de células, causando assim um aumento na quantidade de íons em solução e desta forma contribuindo para a elevação da condutividade elétrica no meio celular.

Tabela 1. Perda de massa fresca (PMF, %) e extravasamento de eletrólitos (EE, %) de manga ‘Tommy Atkins’ em diferentes estádios de maturação, sem injúria por impacto e com injuria por impacto, aos sete dias de armazenamento (28°C±2 e 66%±5 UR).

Estádios de Maturação	Variáveis*			
	Perda de massa fresca		Extravasamento de eletrólitos	
	Sem impacto	Com impacto	Sem impacto	Com impacto
1	7,54 b A	7,80 a A	46,47 a A	51,41 a A
2	6,99 ab A	6,97 a A	66,12 a A	55,93 a A
3	6,24 ab A	6,22 a A	58,62 a A	54,91 a A
4	5,86 ab B	6,95 a A	59,33 a A	59,30 a A
5	5,43 a A	6,71 a A	61,20 a A	51,69 a A
CV %	12,70		19,46	
Média	6,41	6,93	58,34	54,64

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à Vitamina C observou-se que o menor teor foi verificado nas mangas manuseadas sem impacto, no estágio de maturação 5 com 10,38 mg 100 g⁻¹. Não houve diferença significativa para a vitamina C, comparando-se as condições de manuseio dos frutos nos estádios de maturação (Tabela 2). No entanto observou-se a tendência de diminuição para o teor de vitamina C, nas duas condições de

manuseio. Sendo que os valores reportados nesses trabalhos são superiores que os encontrados por Cruz et al. (2012) que indicaram quantidades de 3 mg. 100g⁻¹, enquanto que Lima et al. (2009) verificaram valores maiores para a manga “Tommy Atkins” em condições do vale do São Francisco com teor de 19 mg 100g⁻¹.

Observou-se pouca variação no pH, todos os valores registrados encontraram-se variando de 3,6 a 4,2, com tendência à aumento com o aumento nos estádios de maturação dos frutos (Tabela 2). As condições do fruto, sem ou com impacto, não influenciaram no pH.

O aumento do pH está associado com a evolução das reações bioquímicas dos processos de maturação e do metabolismo do fruto (ANDRADE, 2013). Resultados semelhantes foram encontrados por (ROCHA et al., 2001) que verificou um aumento do pH com a evolução da maturação, passando de 3,23 à 4,51 nos estádios 1 e 5, respectivamente.

Tabela 2. Vitamina C (mg.100g⁻¹) e potencial hidrogeniônico (pH) de manga ‘Tommy Atkins’ em diferentes estádios de maturação, sem injúria por impacto e com injúria por impacto, aos sete dias de armazenamento (28°C±2 e 66%±5 UR).

Estádios de Maturação	Variáveis*			
	Vitamina C		pH	
	Sem impacto	Com impacto	Sem impacto	Com impacto
1	14,17 ab A	15,18 a A	3,74 b A	3,63 b A
2	13,61 ab A	16,18 a A	3,72 b A	3,76 b A
3	18,86 a A	16,52 a A	3,68 b A	3,72 ab A
4	13,61 ab A	10,49 a A	3,94 ab A	3,98 ab A
5	10,38 b A	11,16 a A	4,29 a A	4,21 a A
CV %	25,51		5,90	
Média geral	14,12	13,06	3,87	3,86

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os sólidos solúveis aumentaram com o avanço dos estádios de maturação da manga, independentemente se os frutos sofreram impacto ou não. A faixa de variação foi de 10 a 14%, do estágio 1 ao estágio 5, respectivamente, correspondendo a um ganho de 28% no teor de SS. O manuseio dos frutos, com ou sem impacto, não interferiu no teor de SS nos estádios de maturação (Tabela 3).

De modo oposto, a acidez titulável reduziu com o avanço nos estádios de maturação da manga, independentemente da ocorrência de impacto. Porém, semelhantemente ao comportamento reportado para os SS, o manuseio dos frutos, com ou sem impacto, não influenciou na acidez nos estádios de maturação (Tabela 3).

Em concordância à estas duas variáveis, a relação SS/AT revelou comportamento semelhante, ou seja, tendeu a aumentar com o avanço da maturação dos frutos, sendo este aumento, especialmente atribuído ao aumento nos SS e redução na AT, fato que favoreceu a aumento na relação SS/AT (Tabela 3).

O teor de SS encontrado neste trabalho estão de acordo com Hojo et al. (2009) que trabalhando com mangas verificaram uma tendência de aumento com o avanço da maturação, sendo observado um teor de sólidos solúveis de 12% para a manga “Tommy Atkins”.

Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade (2013) que trabalhando com a qualidade pós-colheita de mangas “Tommy Atkins” verificaram uma diminuição da acidez titulável com o avanço da maturação. No entanto Sousa et al. (2013) observaram um menor teor de acidez nos frutos submetidos a injúrias mecânicas, comparados aos frutos sem injúria, durante o armazenamento.

Desta forma a diminuição no teor de acidez durante o amadurecimento observado neste trabalho pode ser explicada pela utilização dos ácidos orgânicos como substrato na respiração (YAMASHITA et al., 2006).

Os açúcares redutores não diferiram entre os estádios de maturação, nos frutos sem impacto (SI), porém, registrou-se pequena diferença entre os estádios de maturação nos frutos que sofreram impacto (CI), com tendência ao aumento, com o avanço da maturação. Comportamento semelhante foi observado para os açúcares não redutores e os açúcares totais (Tabela 4).

Os teor de açúcares redutores encontrado neste trabalho está acima do teor reportado por Silva et al. (2012), que verificou-se 2,94% em manga ‘Tommy Atkins’, porém, encontra-se em concordância com Rocha et al. (2001) e Morais et al. (2002). De um modo geral, o avanço da maturação promove um aumento no conteúdo de açúcares, atribuído, principalmente, a hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta, resultando na produção de açúcares solúveis totais (AST) (KAYS, 1991; WILLS et al., 1998).

Tabela 3. Sólidos Solúveis (%), Acidez Titulável (% de ácido cítrico) e relação (SS/AT) de manga ‘Tommy Atkins’ em diferentes estádios de maturação, sem injúria por impacto (SI) e com injúria por impacto (CI), aos sete dias de armazenamento (28°C±2 e 66%±5 UR).

Estádios de Maturação	Variáveis*					
	Sólidos solúveis (SS)		Acidez titulável (AT)		Relação SS/AT	
	Sem Impacto	Com Impacto	Sem Impacto	Com Impacto	Sem Impacto	Com Impacto
1	10,82 c A	10,82 b A	1,26 a A	1,40 a A	8,56 c A	7,69 c A
2	11,76 bc A	12,91 ab A	0,90 b A	0,87 bc A	13,25 bc A	15,66 abc A
3	12,70 abc A	13,30 a A	0,89 b A	0,92 b A	14,80 bc A	14,51 bc A
4	13,30 ab A	14,21 a A	0,71 b A	0,61 cd A	22,85 b A	24,13 ab A
5	14,76 a A	14,61 a A	0,40 c A	0,54 d A	37,21 a A	27,57 a B
CV %	8,59		17,00		32,67	
Média geral	12,67	13,17	0,83	0,87	19,33	17,91

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Açúcares redutores (%), Açúcares não redutores (%) e Açúcares Totais (%) de manga ‘Tommy Atkins’ em diferentes estádios de maturação, sem (SI) e com (CI) injúria por impacto, aos sete dias de armazenamento (28°C±2 e 66%±5 UR).

Estádios de Maturação	Variáveis*					
	Açúcares redutores		Açúcares não redutores		Açúcares Totais	
	Sem Impacto	Com Impacto	Sem Impacto	Com Impacto	Sem Impacto	Com Impacto
1	4,92 a A	4,39 b A	4,90 a A	3,51 b A	9,83 a A	7,90 b A
2	4,87 a A	4,46 b A	3,82 a A	3,72 b A	8,69 a A	8,19 b A
3	5,64 a A	4,08 b B	5,01 a A	4,01 b A	10,65 a A	8,09 b B
4	5,26 a B	6,51 a A	4,74 a B	7,11 a A	10,01 a B	13,62 a A
5	4,93 a A	5,73 ab A	5,94 a A	6,86 a A	10,88 a A	12,60 a A
CV %	16,72		22,06		14,28	
Média geral	5,12	5,03	4,88	5,04	10,01	10,08

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável cor da casca observou-se diferença significativa nas duas condições de manuseio nos estádios de maturação, sendo observada uma oscilação para a cor da casca nos estádios de maturação quando submetido a injúria por impacto (Figura 2). Já para a condição sem impacto verifica-se um amadurecimento

ao longo dos estádios de maturação, sendo o amadurecimento dos frutos caracterizado por mudanças na coloração do tecido da casca. Resultados semelhantes foram encontrados por Rocha et al. (2001) que verificaram ao longo do amadurecimento para a variável cor da casca a passagem da cor verde oliva, no primeiro estágio de maturação, para vermelho no último estágio. Santos et al. (2008) também verificaram mudanças na cor da casca em função do amadurecimento.

A injúria por impacto não influenciou no amadurecimento dos frutos, na maioria dos estádios de maturação, com exceção dos estádios 2 e 3 (Figura 2).

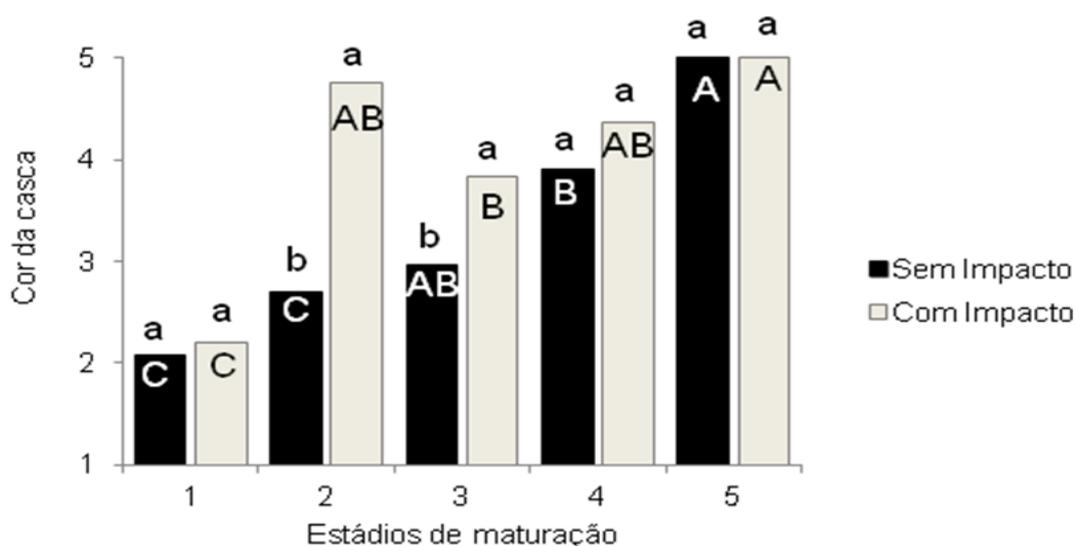


Figura 2. Cor da casca em manga 'Tommy Atkins' em diferentes estádios de maturação, sem (SI) e com (CI) injúria por impacto, aos sete dias de armazenamento ($28^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $66\%\pm 5$ UR).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula dentro da coluna para as condições de manuseios (SI) e (CI) e minúscula fora da coluna para os estádios de maturação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comportamento semelhante foi observado na cor da polpa, em que as mudanças na cor da polpa foram aumentando gradativamente em função do avanço nos estádio de maturação, independentemente da ocorrência de impacto (Figura 3). Para a maioria dos estádios, a cor da polpa não foi alterada, em função da ocorrência do impacto (Figura 3).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2009) onde observaram que as mudanças na coloração da polpa podem ser importantes no

monitoramento do crescimento e da maturação da manga, e que essas observações são consideradas como referências para a colheita de manga 'Tommy Atkins'. Essas respostas corroboram os resultados de Jha et al. (2006), que afirmaram que a mudança na coloração da polpa de branco para amarelo brilhante caracteriza a maturação da manga. A partir dessas observações, Subedi et al. (2007) recomendaram que a coloração da polpa podem ser utilizadas como o melhor índice de maturação para as cultivares 'Kestington Pride', 'Calypso', 'R2E2' e 'Celebration'.

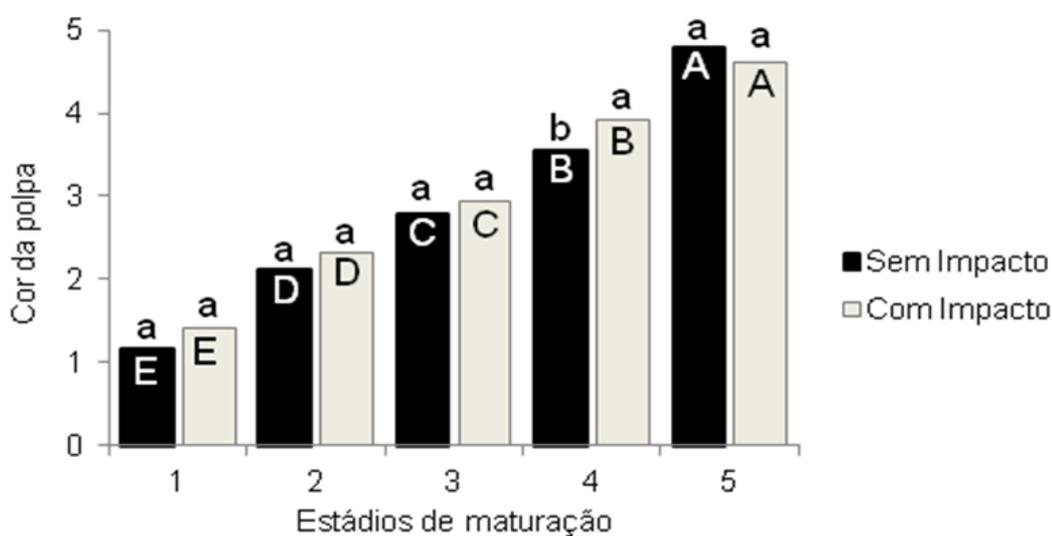


Figura 3. Cor da Polpa em manga 'Tommy Atkins' em diferentes estádios de maturação, sem (SI) e com (CI) injúria por impacto, aos sete dias de armazenamento ($28^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $66\%\pm 5$ UR).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula dentro da coluna para as condições de manuseios (SI) e (CI) e minúscula fora da coluna para os estádios de maturação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao índice de degradação de amido, verificou-se na condição de manuseio sem impacto que os estádios de maturação 1, 2 e 3 não diferiram entre si, (Figura 4), com um índice de aproximadamente de 10% de clareamento no centro da polpa. Nos estádios de maturação 4 e 5 foi observado um índice de clareamento entre 20 e 30% e 40 a 50%, respectivamente, para os estádios de maturação. Esse comportamento pode ser explicado pela conversão do amido em açúcares mais simples (SANTOS et al., 2008), favorecendo assim em um maior conteúdo de SS nos estádio de maturação mais avançados.

Comportamento semelhante ocorreu com a condição de manuseio com impacto para a variável (IDA) ao longo do amadurecimento, em que o maior índice de degradação de amido foi verificado nos estádios 4 e 5 com aproximadamente 30 a 40% de clareamento (Figura 5). Verificou-se menor IDA nos estádios 1, 2 e 3 com menos de 10% de clareamento no centro da polpa, sendo um indicativo de maior conteúdo de amido nos frutos mais verdes, em concordância com Rocha et al. (2001), que verificaram que quanto maior a área tingida com a solução de iodeto de potássio maior é o teor de amido.

Não houve diferença quanto ao IDA, comparando-se frutos com e sem impacto, nos estádios de maturação (Figuras 4 e 5). Desta forma, possíveis alterações no metabolismo dos carboidratos sofridos pelos frutos em decorrência da injúria por impacto nos estádios de maturação, não foram detectadas pelo IDA, sendo este índice, portanto, inadequado para detectar a ocorrência de impacto em manga.

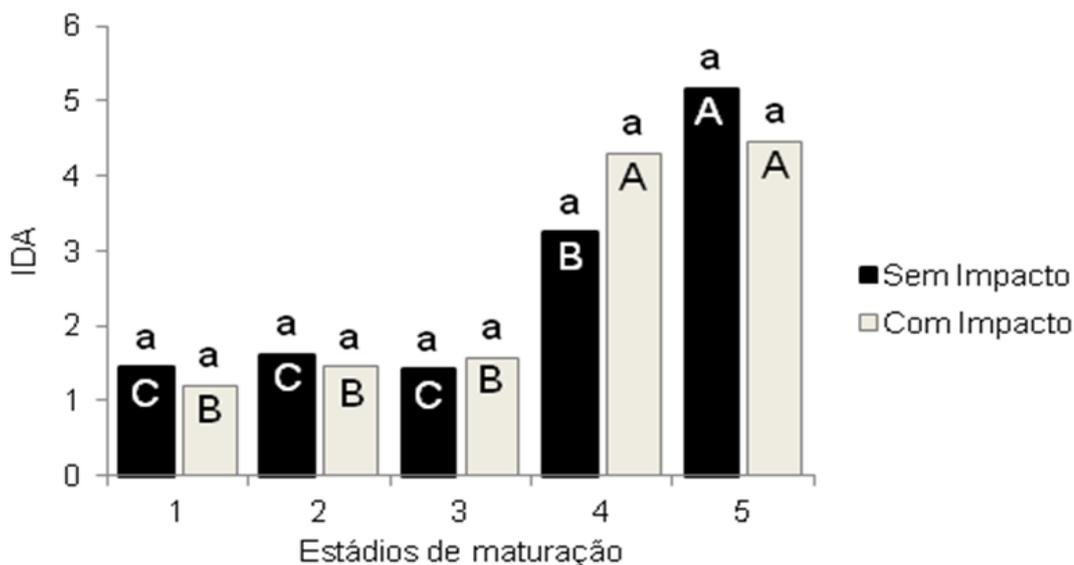


Figura 4. Índice de Degradação de Amido (IDA) em manga ‘Tommy Atkins’ em diferentes estádios de maturação, sem (SI) e com (CI) injúria por impacto, aos sete dias de armazenamento (28°C±2 e 66%±5 UR).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula dentro da coluna para as condições de manuseios (SI) e (CI) e minúscula fora da coluna para os estádios de maturação, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. UFCG, Pombal – PB. 2013.

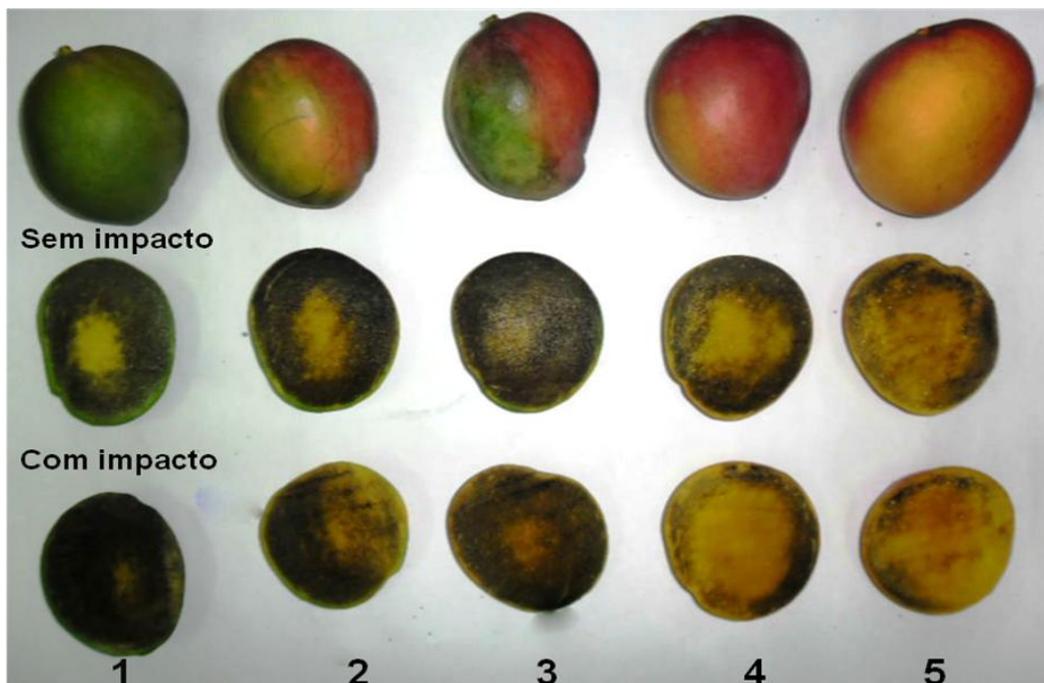


Figura 5. Estádios de maturação (1-5) da manga “Tommy Atkins” sob duas condições de manejo com e sem impacto, submetido ao pincelamento com uma solução de iodeto de potássio. UFCG, Pombal – PB. 2013.

Nos frutos manuseados sem impacto, houve uma boa correlação positiva entre o IDA e as variáveis cor da casca, cor da polpa, pH, sólidos solúveis, açúcares não redutores e relação SS/AT. Também observou-se boa correlação, porém negativa, para as variáveis perda de massa fresca, acidez titulável e vitamina C, indicando que quando quanto maior o valor do IDA, menor o valor destas variáveis (Tabela 5).

Nos frutos manuseados com impacto, para as variáveis cor da polpa, vitamina C, açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, as correlação foram maiores, comparadas aos valores registrados nos frutos manuseados sem impacto (Tabela 5). Este comportamento é um indicativo de que o IDA representa bem as transformações de carboidratos, em decorrência do amadurecimento dos frutos, especialmente, observada através das mudanças na cor da polpa e a área da polpa tingida pela solução de iodo-iodeto de potássio, avaliada através do IDA (Figura 5).

A forte correlação entre o IDA e a cor da casca e da polpa indicaram que, quanto mais verde a casca e branca a polpa, mais verde estava o fruto, sendo maior

a área tingida na polpa, e para os estádios de maturação mais avançados quanto mais vermelha a casca e mais alaranjada a polpa, a área tingida foi menor, corroborando com Rocha et al. (2001) que indicaram resultados semelhantes.

Tabela 5. Coeficientes de correlação (r) para as variáveis perda de massa fresca, cor da casca, cor da polpa, extravasamento de solutos, Vitamina C, pH, Acidez titulável, sólidos solúveis, relação SS/AT, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais correlacionadas com o índice de degradação de amido em manga ‘Tommy Atkins’. UFCG, Pombal - PB. 2013.

VARIÁVEIS	Correlação (r) com o IDA	
	SI	CI
Perda de massa fresca	- 0,67	- 0,25
Cor da casca	0,96	0,59
Cor da polpa	0,90	0,92
Extravasamento de solutos	0,29	0,24
Vitamina C	- 0,76	- 0,96
pH	0,99	0,93
Acidez Titulável	- 0,88	- 0,83
Sólidos Solúveis	0,89	0,73
Relação SS/AT	0,98	0,94
Açúcares redutores	-0,25	0,93
Açúcares não redutores	0,70	0,99
Açúcares totais	0,53	0,98

5. CONCLUSÕES

O impacto não influenciou na qualidade dos frutos, em nenhum dos estádios de maturação estudado;

O índice de degradação de amido não é adequado para ser utilizado como um indicativo de frutos com injúria por impacto;

Há uma boa correlação do índice de degradação de amido com a cor da polpa, vitamina C, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação SS/AT e açúcares não redutores;

Com o avanço da maturação dos frutos de manga ‘Tommy Atkins’ há uma tendência ao aumento no conteúdo de sólidos solúveis, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais e pH.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S. de; LIMA, M. A. C. de; AMORIM, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e pós-colheita. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q.(Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 17, p. 381-405.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Method of Analysis**. 18 ed. Washington, DC, USA, 2005.

ANDRADE, M.; E.; L. **Qualidade pós-colheita de manga Tommy Atkins" tratada com água eletrolisada**. Mossoró, RN: 2013. 66f. Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.

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

BARROS, P. N.; SOUZA, W. C. O.; MAIA, L. D. M.; SANTOS JUNIOR, G. P.; CAVALCANTI, L. S.; GOMES, E. C. S. **Aspectos de qualidade de manga 'Tommy Atkins' do mercado atacadista de Juazeiro-BA**. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1386/13>>. Acesso em: 03 de Nov. 2013.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIERA, G.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. A. Indução do amadurecimento de mangas cv. 'Tommy Atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia, Campinas**, v.67, n.1, p.225-232, 2008.

BROOKFIELD, P.; MURPAY, P.; HARKER, R.; MACRAE, E. Starch degradation and starch pattern indices: interpretation and relationship to maturity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.11, p.23-30, 1997.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônômico de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal** - SP, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. **Cultivo da Mangueira**. Embrapa Semiárido. 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/mercado.htm>> Acesso em 24 de Nov. 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CRUZ, J. A.; HELBIG, E. **Teor e estabilidade da vitamina C em sucos de frutas in natura refrigerados**. 21º Congresso de Iniciação Científica, Universidade de pelotas. 2012. Disponível em <<http://www.google.com.br/>>. Acesso em: 20 de Dez de 2013.

CRUZ, L. N. **Estudo de tratamentos fitossanitários na manga (*Mangifera indica* L.) para exportação**. 2010. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' armazenada sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 369-372, 2005.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P.; PATTERSON, M.E.; FELLMAN, J.K. Changes in amylose and total starch content in 'Fuji' apples during maturation. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.104-105, 1995.

FARAONI, A.S.; RAMOS, A.M.; STRINGHETA, P.C. **Caracterização da manga orgânica cultivar ubá**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.11, n.1, p.9-14, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000. São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO NETO, A.; OLIVER, N. C.; ROJAS, A. B. G.; SILVA, J. C.; PADILHA, C. Avaliação pós-colheita de mamão variedade 'Formosa' submetido a danos mecânicos e ensaios de compressão durante o armazenamento. **Revista Ciências Técnicas Agropecuarias**, v.22, n.2, p. 5-10, 2013.

GODOY, A. E. **Injúrias mecânicas e seus efeitos na fisiologia e na qualidade de mamões 'Golden'**. 2008. Dissertação mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo. 70p.

HOJO, R. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; HOJO, E. T. D.; ALVES, J. F. T.; REBOUÇAS, T. N. H.; DIAS, N. O. Qualidade de manga 'Tommy Atkins' pós-colheita com uso de cloreto de cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 062-070, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4ª Ed. São Paulo: IAL, 2008. p. 126 a 128.

ITO, T.; SASAKI, K.; YOSHIDA, Y. Changes in respiration rate, saccharide and organic acid content during the development and ripening of mango fruit (*Mangifera*

indica L. 'Irwin') cultured in a plastic house. **Journal of Japanese Society of Horticultural Science**, Matsudo-Shi, v. 66, n. 3/4, p. 629-635, 1997.

JERONIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007.

JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 72, n. 1, p. 73-76, 2006.

KAYS, J. S. Postharvest physiology of perishables plant products. New York: AVI, 1991.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do vale do São Francisco, Brasil. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga 'Tommy Atkins' no vale do São Francisco**. 2009. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

LUCENA, E. M. P. de; SILVA JÚNIOR, A.; CAMPELO, I. K. M. Caracterização físico-química da manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins, em diferentes estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v. 2, p. 5.246.

LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G.; JACOMINO, A.P.; PESSOA, J.D.C. Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 704-707, 2003.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; MALAVOLTA, E.; RAMOS, V. H. V.; OLVEIRA, M. E.; CUNHA, M. M.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Tecnologia, produção, agroindústria e exportação da manga**. Ed. Cinco Continentes, Porto Alegre – RS, 2001.

MATTIUZ, B.; BISCEGLI, C. I.; DURIGAN, J. F. Aplicação da tomografia de ressonância magnética nuclear como método não-destrutivo para avaliar os efeitos de injúrias mecânicas em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, 641-643, 2002.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas Tommy Atkins destinadas ao mercado Europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.671-675, 2002.

NASSUR, R. C. M. R. **Indicadores de qualidade em mangas durante o amadurecimento**. 2013. 86f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

PROTRADE. **Mango – Manual de exportacion**: frutas tropicales y hortalizas. Eschborn: GTZ, 1992. 34 p.

ROCHA, R. H. C. MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.

SANCHES, J. **Efeito de injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de abacates**. 2006. 125f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SANTOS, D. B.; PEREIRA, M. E. C.; VIEIRA, E. L.; LIMA, M. A C. Caracterização físico química dos estádios de maturação da manga “Tommy Atkins” produzida no município de Iaçu-BA. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 4, p. 342-348, 2008.

SANTOS-SEREJO, J. A. dos. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Eds.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 1, p. 15-17. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E. C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, v. 94, p. 229 – 232, 1995.

SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; LEONAL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 24, n. 1, p. 15-26, 2012.

SOUSA, F. A.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, H. S. Manga 'Tommy Atkins' submetida a injúrias mecânicas pós-colheita. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v. 8, n. 5, p.14 - 21, 2013.

SUBEDI, P. P.; WALSH, K. B.; OWENS, G. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 326-334, 2007.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 42 p.

WATADA, A. E. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, p.82-85, 1986.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D.C. Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. 4th ed. Wallingford: New South Wales University Press, 1998. 262p

TODAFRUTA. **Características da manga.** Disponível em:
<<http://www.todafruta.com.br>> Acesso em 12 de Ago 2013.

XAVIER, I. F.; LEITE, G.A.; MEDEIROS, E.V.; MORAIS, P.L.D.; LIMA, L.M. Qualidade pós-colheita da manga 'Tommy Atkins' comercializada em diferentes estabelecimentos comerciais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.7-13. 2009.

YAMASHITA, F.; VEIGA, G. F.; BENASSI, M. de T.; ROBERTO, S. R. Morangos embalados com filme de Policloreto de Vinila (PVC). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.3, p.429-436, 2006.

APÊNDICE

Tabela 6. Resumo da análise de variância para a perda de massa fresca (PMF), extravasamento de eletrólitos (EE), cor da casca (CC), cor da polpa (CP), índice de degradação de amido (IDA) e vitamina C (VIT C) em manga ‘Tommy Atkins’. UFCG, Pombal – PB. 2013.

Fonte de variação	Quadrado médio						
	GL	PMF	EE	CC	CP	IDA	VIT C
Maturação (M)	4	3,34**	171,34 ^{ns}	8,80**	13,94**	20,41**	58,21**
Manuseios (Mn)	1	2,67 ^{ns}	137,04 ^{ns}	4,12**	0,27*	0,002 ^{ns}	0,49 ^{ns}
M x Mn	4	0,86 ^{ns}	82,10 ^{ns}	0,99**	0,08 ^{ns}	0,85 ^{ns}	11,61 ^{ns}
Erro	30	0,71	120,91	0,24	0,06	0,52	12,79
CV (%)		12,70	19,46	13,50	8,59	28,08	25,51

** e *, significativos aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}, não significativo, pelo teste de F.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e açúcares totais (ACT) em manga ‘Tommy Atkins’. UFCG, Pombal – PB. 2013.

Fonte de variação	Quadrado médio							
	GL	pH	AT	SS	SS/AT	AR	ANR	AÇT
Maturação (M)	4	0,45**	0,83**	17,11**	713,01**	2,21*	10,40**	20,83**
Manuseio (Mn)	1	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,52 ^{ns}	20,22 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,04 ^{ns}
M x Mn	4	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,63 ^{ns}	45,54 ^{ns}	2,51*	4,63*	13,25**
Erro	30	0,05	0,02	1,23	37,01	0,72	1,19	2,05
CV (%)		5,90	17	8,59	32,67	16,72	22,06	14,28

** e *, significativos aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}, não significativo, pelo teste de F.