Revista Tecnológica, v. 31 (2022) - Universidade Estadual de Maringá - ISSN 1517-8048

EFEITO DE AGENTES DE CONSERVAÇÃO NA QUALIDADE DE PRODUTO A BASE DE PALMITO PUPUNHA

EFFECT OF CONSERVATION AGENTS ON PRODUCT QUALITY BASED ON PUPUNHA

Patrícia Alves dos Reis[1]
Hellen dos Santos Souza[1]
Eliane Dalva Godoy Danesi [2]
Beatriz Cervejeira Bolanho Barros[1]

Resumo: A parte basal e caulinar do palmito pupunha apresenta baixo valor comercial, por isso, propor novas alternativas de processamento pode valorizar a matéria-prima. O objetivo deste trabalho foi utilizar estas partes da pupunheira para a produção de lâminas destinadas ao preparo de lasanha e comparar o efeito de diferentes agentes de conservação na estabilidade microbiológica e nas características físico-químicas dos produtos. Foram realizados sete tratamentos: controle (Cr); branqueamento (Br); branqueamento associado com ácido ascórbico 0,5% (BrAA), com ácido cítrico 0,5% (BrAC), com cisteína 0,5% (BrC), com cisteína 0,5% e ácido ascórbico 0,5% (BrAA+C), e com cisteína 0,5% e ácido cítrico 0,5% (BrAC+C); avaliados aos 0, 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento sob refrigeração. Os resultados demonstraram que o branqueamento associado com os agentes de conservação contribuiu para a manutenção da vida útil do produto por 12 dias, devido a estabilidade dos valores de pH, acidez, cor, atividade enzimática e do crescimento microbiológico. Não se observou perda de massa para o tratamento BrAC, enquanto as amostras BrAA+C e BrAC+C apresentaram maior potencial antioxidante. Portanto, os tratamentos realizados configuram numa alternativa viável para o aproveitamento das partes subutilizadas de palmito pupunha (basal e caulinar) na forma de lâminas para a produção de lasanha.

Palavras-chaves: *Bactris gasipaes*, ácido ascórbico, ácido cítrico, cisteína, vida útil, lasanha.

Abstract: *The basal and stem part of the pupunha palm has low commercial value, therefore, proposing new processing alternatives can enhance the use of the raw material. The objective of this work was to use these parts for the production of sheets for the preparation of lasagna and to evaluate the quality parameters. Seven treatments were realized: control (Cr); bleaching (Br); bleaching associated with 0.5% ascorbic acid (BrAA), 0.5% citric acid (BrAC), 0.5% cysteine (BrC), 0.5% cysteine and 0.5% ascorbic acid (BrAA + C), and with 0.5% cysteine and 0.5% citric acid (BrAC + C); evaluated at 0, 3, 6, 9 and 12 days of storage under refrigeration. The results demonstrated that the bleaching associated with the preservative agents contributed to the maintenance of the product's useful life for 12 days, due to the stability of the pH values, acidity, color and enzymatic activity, and microbiological growth. There was no loss of mass for the BrAC treatment, while the BrAA + C and BrAC + C showed higher antioxidant potential. Therefore, the treatments performed are a viable alternative for the use of underutilized parts of pupunha palm (basal and stem) as sheets for the production of lasagna.*

Keywords*: Bactris gasipaes, ascorbic acid, citric acid, cysteine, shelf life, lasagna.*

[1]*Universidade Estadual de Maringá, Campus Umuarama – Brasil, email: paty.alves.reis@hotmail.com, heeellensouza@gmail.com, beatrizbolanho@yahoo.com.br*
[2]*Universidade Estadual de Ponta Grossa, Campus Ponta Grossa – Brasil, email: edgodoy@uepg.br*

1 Introdução

O palmito apresenta ampla diversidade de espécies exploradas para processamento, tais como, açaí (*Euterpe oleracea*) e juçara (*Euterpe edulis*) e destacam-se alternativas cultiváveis, como a pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Esta espécie apresenta uma série de vantagens como sua precocidade para corte, menor escurecimento enzimático, perfilhamento da planta mãe e facilidade nos tratos culturais (BOTELHO *et al.,* 2010). No Brasil, a cadeia produtiva do palmito movimentou 350 milhões de dólares e em torno de 500 milhões de dólares no mercado mundial (PENTEADO JUNIOR *et al*., 2014; RIBEIRO; ARAÚJO, 2013; EMBRAPA, 2019).

No processamento do palmito pupunha apenas 16% da haste (parte interna) é considerada adequada para o processamento em conservas. Sendo assim, o aproveitamento dos subprodutos é de extrema importância e se constituem de caules, folhas, cascas e bainhas. Deste modo, o uso parcial ou total das porções caulinar e basal se faz interessante e pode contribuir para o desenvolvimento de produtos inovadores, agregando valor, gerando renda e sustentabilidade (BORGES *et al*., 2011; BOLANHO *et al.,* 2014; EGEA *et al.,* 2012).

A tendência de processamento de palmito no formato de toletes, cubos ou picados e em lâminas para produção de lasanhas tem se intensificado. A procura por esses produtos se deve ao crescimento da demanda por alimentos saudáveis, mas que apresentem praticidade e tempo reduzido de preparo. Estes produtos podem estar refrigerados ou congelados, ou na forma pré-cozida e ao mesmo tempo devem manter suas características sensoriais e nutricionais originais (SILVA *et al*., 2017; ANDRADE *et al.,* 2016).

Para se obter produtos processados de qualidade, as condições higiênico-sanitárias, tecnologias de processos e o uso de agentes antioxidantes isolados ou combinados se fazem necessários. Os agentes antioxidantes mais conhecidos são o ácido cítrico, ácido ascórbico e o aminoácido cisteína, os quais têm como função conservar a cor, textura, evitar a perda de água e o escurecimento enzimático e inibir o desenvolvimento de micro-organismos, além de aumentar a vida útil, sem alterar o valor nutricional do produto (BOTELHO *et al*., 2010; SILVA *et al*., 2017).

Diante disto, este trabalho teve como objetivo comparar o efeito de diferentes agentes de conservação e do branqueamento nas características de qualidade de produto à base de palmito pupunha, na forma de lâminas para o preparo de lasanhas, durante o armazenamento refrigerado.

2 Materiais e Métodos

2.1 Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá (UEM), campus de Umuarama/PR, (-23º77’70, 53”, -53º39’18,21”) no período de fevereiro de 2019. As hastes de palmito pupunha foram doadas por produtores da região e armazenadas refrigeradas até a realização do processamento. A condução do experimento foi baseada nas Boas Práticas de Fabricação, incluindo a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI’s).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo dispostos em esquema fatorial duplo 7x5, com 7 tratamentos e 5 tempos de armazenamento sob refrigeração (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

2.2 Processamento das Lâminas de Palmito Pupunha

No processamento foi utilizada a porção basal e aproximadamente 30% da porção caulinar do palmito pupunha, as quais estão localizadas abaixo da porção central da haste, como mostra a Figura 1A. As lâminas destinadas para o preparo de lasanha foram processadas de acordo com as etapas ilustradas na Figura 1B.

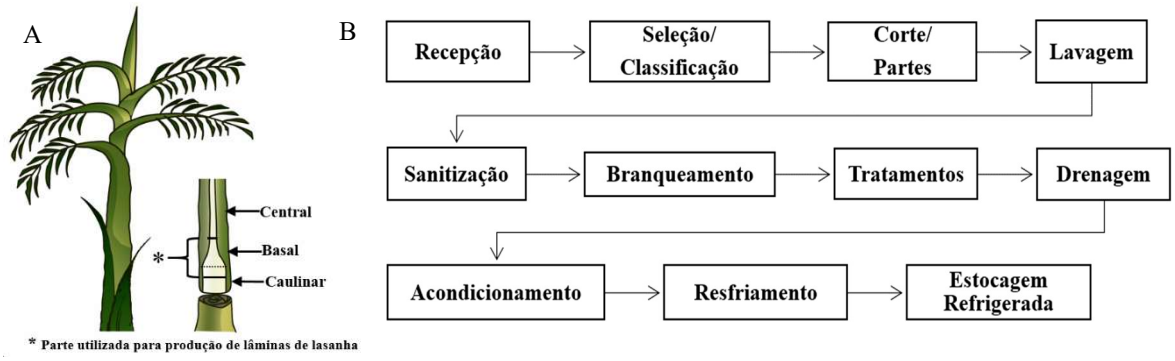

Figura 1 - Identificação da porção caulinar do palmito pupunha utilizadas para produção de lâminas para o preparo de lasanha (A); fluxograma do processamento de lâminas do palmito pupunha (B)
Fonte: autoria própria (2020)

Após a lavagem das partes separadas por corte, as amostras foram sanitizadas com hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 min e enxaguadas em água corrente. Em seguida, foi realizada a laminação de forma manual. O branqueamento ocorreu em todos os tratamentos, com exceção do controle (Cr), sendo realizado por 1 min em água fervente, seguido de drenagem e resfriamento em banho de gelo por 5 min, sendo denominado Br. Os demais, além do branqueamento, foram submetidos a imersão em solução aquosa dos seguintes agentes de conservação por 5 min:

- ácido ascórbico 0,5% (m/v) (BrAA),
- cisteína 0,5% (m/v) (BrC),
- ácido cítrico 0,5% (m/v) (BrAC),
- ácido ascórbico 0,5% (m/v) e cisteína 0,5% (m/v) (BrAA+C),
- ácido cítrico 0,5% (m/v) e cisteína 0,5% (m/v) (BrAC+C).

Em seguida, foi realizada a drenagem da solução e secagem em estufa por 3 h a 35 ºC para remover o excesso de umidade. Então, as lâminas foram fracionadas em amostras de 100 g, acondicionadas em embalagens de polipropileno e envoltas com filme de PVC (policloreto de vinila). Após essa etapa, foram armazenadas sob refrigeração (5 °C ± 98% UR), durante 12 dias para o acompanhamento da vida útil, sendo avaliados a cada três dias com relação ao pH, acidez titulável, perda de massa, cor, atividade enzimática e antioxidante, e crescimento de micro-organismos.

2.3 Análises Físico-químicas

O pH foi determinado em potenciômetro (Marconi PA 200, Brasil), conforme método 998.12, descrito em AOAC (2000). A acidez titulável foi determinada titulando-se 10 mL de amostra homogeneizada com 100 mL de água destilada, usando-se NaOH 0,1 M, seguindo o método 990.28 da AOAC (2000) e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (g/100g).

A perda de massa foi obtida pela diferença entre a massa inicial e a massa final de cada período de armazenamento, de acordo com a Equação 1. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de massa (SILVA et al., 2016).

Perda de Massa = [(massa inicial – massa final) / (massa inicial)] x 100 (1)

A cor foi avaliada por meio do colorímetro Konica Minolta (modelo CR 400, Japão), utilizando o sistema CIELab, em que a coordenada L* indica a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco), a coordenada a* está relacionada à intensidade de verde (-80) a vermelho (+100) e a coordenada b* está relacionada à intensidade de azul (-50) e amarelo (+70) (CIE, 1996).

2.4 Atividade Enzimática de Peroxidase (POD) e Polifenoxidase (PPO)

A determinação da atividade das enzimas peroxidase (POD) foi realizada segundo Clemente *et al*. (1998), com modificações. Em 0,2 mL de extrato enzimático preparado em solução tampão fosfato 0,2 M foi adicionado 0,5 mL de guaiacol 0,5% e homogeneizado. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL de guaiacol 0,5% e 0,5 mL de H_2O_2 0,08% às amostras em banho-maria a 25 ºC. A leitura foi realizada em 470 nm em espectrofotômetro (UV, VIS Femto, 700 Plus).

Para a determinação da atividade de polifenoxidase (PPO), utilizou-se o método de Fujita *et al*. (1995), com modificações. Em 4,8 mL de tampão fosfato 0,2 M e 0,15 mL de catecol 0,1 M, adicionou-se 0,05 mL do extrato enzimático, sendo a mistura mantida a 30º C. A absorbância foi medida a 425 nm em espectrofotômetro.

Os resultados das atividades enzimáticas POD e PPO foram expressos em unidade internacional por minuto por mililitro de tecido fresco (U/min/mL).

2.5 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante (AA) foi avaliada por dois métodos, sendo o primeiro denominado capacidade redutora hidrofílica. Este método foi realizado utilizando o reagente de Folin-Ciocalteau (RFC), conforme descrito por Chen; Zhao; Yu (2015), com algumas modificações. Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos foi adicionada a tubos contendo 2 mL de solução aquosa do RFC a 10% e 2,5 mL de carbonato de sódio a 7,5% e incubada por 5 min em banho-maria a 50 °C. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 760 nm. Os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico (mg EAG/100g).

O segundo método de AA avaliou a capacidade dos extratos reagirem com o radical livre ABTS, o qual foi realizado de acordo com Thaipong *et al*. (2006), com modificações. O cátion ABTS foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS 7mM com 88 µL da solução de persulfato de potássio 140 mM. No momento da análise, a mistura foi diluída com álcool etílico até a absorbância de 0,70 ± 0,50 a 734 nm. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 30 µL de cada diluição do extrato e 3 mL da solução ABTS. Após homogeneização foi realizada a leitura em 734 nm após 6 min de reação. Os resultados foram expressos como capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (mMET/100g).

2.6 Análises Microbiológicas

Para as análises microbiológicas, utilizou-se 25 g das amostras trituradas com água peptonada (0,1% m/v) e tamponada para a detecção de coliformes totais e coliformes termotolerantes (45 ºC) pelo método de Número Mais Provável (NPM); *Salmonella spp*, ausente ou presente em 25/g de amostra e *Estafilococos coagulase* positiva, conforme metodologia recomendada pela APHA (2001) e os resultados comparados com a RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

3 Resultados e discussão

3.1 pH e Acidez

Os resultados expostos na Tabela 1 mostram que a aplicação dos agentes de conservação diminuiu os valores de pH e aumentou a acidez titulável (AT), quando comparados ao tratamento controle (Cr) e apenas o branqueado (Br). Além disso, o uso de cisteína (BrC) isolada ou em combinação com o ácido cítrico (BrAA+C) e ascórbico (BrAC+C) acarretou em diminuição no valor de pH e aumento na AT em maior proporção quando comparado aos tratamentos contendo apenas BrAA ou BrAC. Isso pode ser explicado pelo fato de o pH da cisteína, em solução pura, ser baixo (aproximadamente 2,0).

Tabela 1 - Valores de pH e acidez titulável para cada tratamento aplicado ao produto a base de palmito pupunha ao longo do período de armazenamento a 5 ºC

pH					
Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
Cr	6,44 aA	4,60aB	4,11 aC	nd	nd
Br	6,42 aA	6,16aC	6,34 aB	6,32aB	6,33aB
BrAA	4,10bD	4,00bE	4,28bA	4,17bB	4,11bBC
BrAC	3,25cC	3,03cD	3,48cA	3,32cB	3,27 cBC
BrC	2,73dB	2,51dC	2,91dA	2,69dB	2,71dB
BrAA+C	2,64eC	2,44dD	2,88dA	2,73dB	2,70dBC
BrAC+C	2,53fC	2,35eD	2,76eA	2,61 eB	2,55 eBC
C.V. (%)	0,83				
Acidez titulável (g ácido cítrico/100g)					
Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
Cr	0,57 aC	1,77 aB	3,87 aA	nd	nd
Br	0,23 eA	0,20 fA	0,23 fA	0,23 eA	0,20 fA
BrAA	0,40 dB	0,43 eAB	0,57 eA	0,47 dAB	0,40 eB
BrAC	1,07 cB	1,10 cB	1,30 cA	1,10 cB	1,10 cB
BrC	1,07 cAB	0,93 dBC	1,10 dA	0,90 dC	1,0 cABC
BrAA+C	1,50 bA	1,30 bC	1,47 bAB	1,33 bBC	1,47 b AB
BrAC+C	2,23 aBC	2,20 aC	2,40 aA	2,13 aC	2,37 aAB
C.V. (%)	5,85				

Cr: controle sem aplicação de branqueamento; Br: com aplicação de branqueamento; BrC: Cisteína 0,5% de concentração de 0,5%; BrAA: ácido ascórbico 0,5%; BrAC: ácido cítrico 0,5% de concentração; nd: não detectado devido a deterioração da amostra. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

No tratamento controle houve redução do pH e aumento da acidez no decorrer da avaliação, em função da produção de ácidos orgânicos, devido a fermentação microbiana, inviabilizando as avaliações posteriores após 6 dias de armazenamento. Este fato está relacionado ao metabolismo pós-colheita, resultando em alterações da composição que podem limitar a comercialização do produto (CLEMENTE; PASTORE, 1998).

Durante a vida útil avaliada, houve ligeira redução nos valores de pH ($p<0,05$), enquanto a acidez se manteve estável ($p>0,05$) no tratamento com aplicação de apenas branqueamento (Br), indicando importância para a redução da carga microbiana (ANDRADE *et al.,* 2016). Nos demais tratamentos com branqueamento e aplicação dos antioxidantes, observou-se que os valores obtidos de pH e AT no tempo final (12 dias) foram próximos ao tempo inicial de avaliação ($p>0,05$). As flutuações nos valores nos demais períodos de avaliação podem ser relacionadas a problemas na homogeneização durante a aplicação das soluções de antioxidantes ou no momento da análise. A avaliação da acidez é importante, pois é comum ocorrer degradação fisiológica do produto pós-processamento, bem como durante a vida útil, gerada pelo estresse, corte, descasque e a proliferação de micro-organismos deteriorantes.

BOTELHO *et al*. (2010) reportaram que rodelas de palmito pupunha sem tratamento,

apresentaram aumento de acidez a partir do segundo dia de armazenamento, e notaram a importância do ácido cítrico e da cisteína, responsáveis por manter os valores de acidez estáveis durante o período de armazenamento. Os resultados obtidos apresentaram similaridade com o trabalho em questão e justificam a importância do uso de antioxidantes, de forma isolada ou combinada, para a conservação destes produtos.

Por outro lado, Silva *et al.* (2016) observaram redução do pH e o aumento da acidez em cenouras minimamente processadas em relação ao vegetal *in natura*. Resultado compartilhado por Ayub *et al*. (2013) ao pesquisar rabanetes minimamente processados. De modo geral, todas estas pesquisas têm reforçado que o branqueamento isolado ou combinado com aplicação combinada de antioxidantes contribui para a estabilização dos valores de acidez durante o período de armazenamento do produto de palmito pupunha (BOTELHO *et al.,* 2010; AYUB *et al.,* 2013; SILVA *et al*., 2016; ANDRADE *et al*., 2016).

Apesar dos baixos valores de pH encontrados, as lâminas de lasanha produzidas necessitam passar por um cozimento prévio em água fervente, o que pode ocasionar lixiviação dos ácidos (FENNEMA, 2000). Estes valores de pH comumente verificados em conservas não comprometem o consumo do ponto de vista sensorial. Cabe salientar que a manutenção de valores de pH em 4,5 é importante para a segurança microbiológica do produto, pois, mesmo que houver a formação de um ambiente anaeróbico na embalagem, o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* não ocorrerá nos tratamentos com aplicação de agentes de conservação (BANERJEE *et al.,* 2016; SILVA *et al*., 2017).

3.2 Perda de Massa

A perda de massa é um parâmetro importante a ser observado em produtos com baixo grau de processamento, uma vez que pode ser influenciado por diversos fatores, tais como, características físicas, senescência e condições de armazenamento. Em vegetais minimamente processados, o corte aumenta a sua relação superfície/volume e expõe o tecido à atmosfera, potencializando a perda de água e, consequente, a perda de massa fresca (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MELO *et al*., 2009). Os resultados para este parâmetro podem ser observados na Tabela 2.

Nos tratamentos aplicados, observou-se que o Cr, Br e o BrC apresentaram perda de massa a partir do 3º dia, sendo que no controle não foi possível estimar este parâmetro após o 6º dia, devido a deterioração do produto. Notou-se que a perda de massa no tratamento Br foi maior no tempo final (12 dias) em comparação com os demais tratamentos. Já para BrAA+C e BrAC+C houve perda de massa apenas a partir do 9º dia, permanecendo estável até esta avaliação. O tratamento que demonstrou melhor desempenho, foi o BrAC, por não apresentar perda de massa, fator indicativo de que a associação de antioxidantes e branqueamento contribuíram para a diminuição da transpiração do produto vegetal, sendo este, o principal fator responsável pela redução deste parâmetro em vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A perda de massa pode ser atribuída ainda aos efeitos associados da temperatura e da umidade relativa na armazenagem, os quais foram mantidos iguais para todos os tratamentos conduzidos neste estudo.

Tabela 2 - Perda de massa (%) ocorrida no produto a base de palmito pupunha ao longo do período de armazenamento a 5 ºC

Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
Cr	0,00 aA	2,00 aB	4,00 aC	nd	nd
Br	0,00 aA	2,00 bB	2,00 bB	4,00 cC	6,00 dD
BrAA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	2,00 bB	4,00 cC
BrAC	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA
BrC	0,00 aA	2,00 bB	2,00 bB	4,00 cC	4,00 cC
BrAA+C	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	2,00 bB	2,00 bB
BrAC+C	0,00 aA	0,00 aA	0,00 aA	2,00 bB	2,00 bB
C.V. (%)		0,01			

Cr: controle; Br: com aplicação de branqueamento; BrC: Cisteína 0,5% de concentração de 0,5%; BrAA: ácido ascórbico 0,5%; BrAC: ácido cítrico 0,5% de concentração; Nd: não detectado devido a deterioração da amostra. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

Segundo o trabalho de Botelho *et al.* (2010), a perda de massa no palmito em rodelas foi baixa, variando de 0,20 a 0,82%; entretanto, houve aumento gradual durante 12 dias de armazenamento. Kluge *et al.* (2014), em estudo com pimentões amarelos, também constataram que a perda de massa aumentou durante o armazenamento, porém sem diferença significativa entre os tratamentos com ácido ascórbico e ácido cítrico.

O maior valor de perda de massa (6%) obtido no 12º dia de armazenamento foi observado no tratamento em que se utilizou apenas o branqueamento (Br). Este resultado está em concordância com Souza; Leão (2012) ao avaliarem a pós-colheita da maçã, banana, batata e cenoura minimamente processadas e com Melo *et al.* (2009) em bananas minimamente processadas. De acordo com Orso *et al.* (2011), o branqueamento tem como objetivos principais inativar enzimas, manter a consistência firme, e as propriedades sensoriais, eliminar o ar presente nos interstícios celulares, estruturas responsáveis pela ocorrência de oxidações indesejáveis, e promover a desinfecção parcial de frutas e hortaliças destinadas ao congelamento e a refrigeração. É importante para garantir a qualidade de diversos produtos e auxiliar na redução da carga microbiana (ANDRADE *et al.,* 2016).

3.3 Cor Instrumental

Os dados de cor instrumental (Tabela 3), mostram que em relação aos tratamentos aplicados, o branqueamento (Br) promoveu uma diminuição da luminosidade (L*), comparada ao controle (Cr). A aplicação dos agentes de conservação combinados ao branqueamento auxiliou na manutenção dos valores de L* próximos aos verificados para o controle, na maioria dos períodos de avaliação, indicando ausência de escurecimento dos produtos.

Em relação ao período de avaliação para o produto controle (Cr), observou-se uma diminuição nos valores de L*, que representa um escurecimento no 6º dia de avaliação. Para tempos maiores de armazenamento não foi possível obter os dados devido à deterioração das amostras. No produto apenas branqueado (Br) o escurecimento foi observado no 12º dia. A aplicação de agentes de conservação isolados ou combinados, não causaram alterações nesse parâmetro ($p>0,05$). Estes resultados reforçam que a utilização de métodos combinados, aplicação de antioxidantes e branqueamento, inativaram as enzimas e melhoraram o aspecto do produto, sendo importantes na manutenção das características sensoriais (FERREIRA *et al.,* 2014). Botelho *et al.* (2010) encontraram resultados semelhantes em palmito minimamente processado. Gorny *et al*. (2002) e Vilas-Boas *et al*. (2006) demonstraram resultados positivos quanto ao uso de ácido cítrico e ácido ascórbico na prevenção do escurecimento de vegetais minimamente processados.

Tabela 3 - Análise de parâmetro de Cor (L*) para o palmito pupunha em lâminas de lasanha ao longo do período de armazenamento a 5 ºC

Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
Cr	91,03 aA	92,73 aA	86,04 aB	nd	nd
Br	80,42 bA	81,09 bA	82,58 bA	78,87 bAB	75,95 bB
BrAA	87,07 aA	85,79 aA	86,64 bA	86,02 aA	86,81 aA
BrAC	86,67 aA	86,90 aA	90,21 abA	88,57 aA	88,39 aA
BrC	86,01 aA	85,65 aA	90,95 aA	87,68 aA	87,07 aA
BrAA+C	83,76 aB	86,69 aAB	89,40 abA	88,00 aA	87,00 aB
BrAC+C	83,83 aB	83,81 aB	91,18 aA	86,80 aB	88,63 aB
C.V. (%)	1,90				

Cr: controle sem aplicação de branqueamento; Br: com aplicação de branqueamento; BrC: Cisteína 0,5% de concentração de 0,5%; BrAA: ácido ascórbico 0,5%; BrAC: ácido cítrico 0,5% de concentração; Nd: não detectado devido a deterioração da amostra. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade C.V.: coeficiente de variação.

Os parâmetros para cor a* e b* não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ou períodos de avaliação ($p>0,05$), os quais variaram de 2,82 a 3,36 para a* e para b* de 7,88 a 9,07, respectivamente (dados não apresentados). Cortez-Veja (2013) e Ferreira *et al.* (2014), também observaram que não houve diferença para os parâmetros coloração de *a, *b durante o armazenamento para mamão e repolho minimamente processado, respectivamente.

3.4 Atividade Enzimática

Para as análises enzimáticas (dados não apresentados), o tratamento controle apresentou resultados próximos a 2 U/min/mL tanto para a peroxidase (POD) como para a polifenoxidase (PPO), demonstrando baixa atividade enzimática. Além disso, não foi observado variação nesse valor ao longo do armazenamento. O palmito pupunha apresenta baixo nível de escurecimento enzimático, comparado às demais espécies de palmito (CLEMENTE; PASTORE, 1998), reforçando os resultados encontrados. Desta forma permite-se seu consumo *in natura*, minimamente processado, refogado, assado ou outras formas de consumo (GALDINO; CLEMENTE, 2008).

Nos demais tratamentos não foram detectados atividades enzimáticas (PPO e POD). Este resultado está relacionado com a inativação enzimática promovida pelo branqueamento, já que estas enzimas não são termotolerantes. A aplicação de antioxidantes isolados ou combinados também propiciou inibição da atividade enzimática, sendo eficazes na manutenção dos parâmetros de cor ao longo do armazenamento do produto (VILAS-BOAS; KADER, 2006; CHITARRA, 2005; BOTELHO *et al*., 2010).

BOTELHO *et al*. (2010), em seu estudo de palmito em rodela, observaram uma redução na atividade da enzima peroxidase, ao longo do armazenamento, sendo que esta redução foi mais evidente no tratamento com cisteína e ácido cítrico a partir do segundo dia de avaliação. VITTI *et al*. (2019), estudando batatas minimamente processadas, também observaram que a aplicação de antioxidantes de forma combinada, tais como cisteína, ácido cítrico e ácido ascórbico, foi eficaz na redução da atividade enzimática. Estes resultados são muito importantes para a manutenção da qualidade do produto minimamente processado, evitando o escurecimento durante a vida útil, e tornando o produto visualmente comercializável por um período maior, favorecendo, assim, tanto o produtor quanto a indústria (VITTI *et al*., 2019).

3.5 Atividade Antioxidante

Com relação a atividade antioxidante (AA), observou-se que para os dois métodos

utilizados houve diferença significativa entre os tratamentos, independente dos dias de avaliação conforme é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Atividade antioxidante pelos métodos de capacidade redutora hidrofílica (mg EAG/100g) e de sequestro de radicais livres ABTS (mM ET/100g) do produto a base de palmito pupunha ao longo do período de armazenamento a 5 ºC

Capacidade redutora hidrofílica (mg EAG/100g)					
Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
Cr	31,32 dA	30,74 dB	29,00 dC	nd	nd
Br	5,33 fA	5,21 fA	5,21 fA	4,29 fA	4,15 dA
BrAA	30,94 dA	27,12 dB	25,08 dB	22,05 dB	20,08 cC
BrAC	15,34 eA	12,84 eB	11,26 eB	10,10 eC	8,06 eD
BrC	47,38 cA	46,37 cAB	44,97 cB	43,40 cC	43,27 bC
BrAA+C	117,62 aA	110,63 aB	110,23 aB	110,01 aB	109,33 aB
BrAC+C	53,12 bA	51,16 bA	49,56 bB	46,16 bC	41,97 bD
C.V. (%)	3,32				
Sequestro de radicais livres ABTS (mM ET/100g)					
Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				
	0	**3**	**6**	**9**	**12**
Cr	7,51 cA	6,95 dB	6,09 dC	nd	nd
Br	7,24 cA	5,46 dB	4,36 eC	3,96 fD	3,64 fD
BrAA	47,78 aA	40,55 aB	29,31 bC	26,42 bD	24,66 bE
BrAC	12,38 eA	8,92 cB	7,50 cC	4,98 eD	4,38 eD
BrC	30,37 bA	28,41bB	26,57 bC	19,80 cD	17,33 cE
BrAA+C	46,23 aA	37,60 aB	35,99 aC	29,89 aD	29,38 aD
BrAC+C	45,94 aA	36,67 aB	28,28 bC	15,38 dD	13,77 dE
C.V. (%)	1,02				

Controle: sem aplicação de branqueamento; Br: com aplicação de branqueamento; BrC: Cisteína 0,5% de concentração de 0,5%; BrAA: ácido ascórbico 0,5%; BrAC: ácido cítrico 0,5% de concentração; nd: não detectado devido a deterioração da amostra.; EAG: equivalente de ácido gálico; ET – equivalente de Trolox. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, C.V.: coeficiente de variação.

O branqueamento aplicado isoladamente (Br) ou em combinação com o ácido cítrico (BrAC) diminuíram a atividade antioxidante pelo método de capacidade redutora hidrofílica (CRH) em comparação com o controle (Cr). Esse comportamento está relacionado com a lixiviação de compostos fenólicos durante o branqueamento, assim como a baixa contribuição do ácido cítrico na reação de oxirredução utilizada na determinação de compostos fenólicos totais, quando comparado aos demais antioxidantes utilizados (KLUGE *et al.,* 2014).

Apesar de estar associado com o teor de compostos fenólicos totais, o método CRH ou de Folin-Ciocalteau está baseado na transferência de elétrons, avaliando a capacidade redutora do extrato, e apesar de também estar associado com o teor de compostos fenólicos totais, várias substâncias - ácidos orgânicos, açúcares e aminoácidos, como a cisteína - podem interferir na medida (Margraf et al., 2015). Isso justifica o maior valor de CRH encontrado neste trabalho para os tratamentos contendo cisteína, os quais promoveram um aumento de 34%, 73% e 41%, respectivamente, para os tratamentos BrC, BrAA+C e BrAC+C, em comparação ao controle no tempo inicial de avaliação.

Os tratamentos apresentaram diminuição na atividade antioxidante pelo método CRH durante o armazenamento, com exceção do Br, e o tratamento BrAA+C manteve o valor estável após o 3º dia de avaliação. Da mesma forma, Siddiqui *et al*. (2020), em um estudo com moringa, observaram que a capacidade antioxidante diminuiu ao longo do armazenamento e que as amostras submetidas ao ácido ascórbico apresentaram maior valor em relação aos demais agentes de conservação utilizados. Dados corroborados por Silva *et al.* (2016) em estudo com cenoura. Vitti *et al.* (2019), avaliando batatas minimamente processadas, encontraram menores

valores de CRH para os tratamentos combinados com ácido ascórbico e cisteína, e ácido cítrico e cisteína quando comparados a cisteína ($p<0,05$), relacionando este resultado às características fisiológicas do produto, demonstrando que o perfil de compostos utilizados para a conservação parece ser crucial para a efetividade do antioxidante.

Os valores de atividade antioxidante pelo método ABTS foram menores no tratamento controle, seguido dos tratamentos Br e BrAC, o que se correlaciona com os baixos valores de CRH detectado nessas amostras. Os tratamentos BrAA e BrAA+C; BrAC+C apresentaram maiores atividades antioxidantes, sendo que os valores destas amostras não diferiram entre si nos tempos iniciais de avaliação (0 e 3 dias). Após esse período o tratamento BrAA+C seguiu com maior potencial antioxidante até o tempo final de avaliação. Por outro lado, no estudo de Melo (2015) foi avaliada a atividade antioxidante em goiabas minimamente processadas e observou-se o aumento da AA pelo método ABTS no 4º e no 6º dia, seguido de declínio até o 10º dia de armazenamento.

Em relação ao armazenamento, os tratamentos apresentaram diminuição da atividade antioxidante frente ao radical livre ABTS ao longo do tempo. Diversos fatores podem estar relacionados a tais resultados, desde as características fisiológicas do palmito pupunha e suas alterações pós-colheita, o processamento (corte e branqueamento), a eficiência dos agentes antioxidantes utilizados, até o tipo de embalagem e a refrigeração. Na pesquisa realizada por Freire *et al.* (2013) foi detectado a diminuição da AA pelo método ABTS para frutas congeladas em comparação com as *in natura*.

3.6 Micro-organismos Contaminantes

Com relação à análise microbiológica, os valores de coliformes totais e termo tolerantes no tempo inicial, foram menores que 3 NMP/g, seguido de aumento para 4 NMP/g, mantendo-se estável no período avaliado conforme pode ser observado na Tabela 5.

Os resultados obtidos se encontraram dentro do padrão permitido pela legislação vigente segundo a RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), reforçando que a aplicação de branqueamento combinado com os agentes de conservação, aliados às Boas Práticas de Fabricação foi eficiente na manutenção da estabilidade dos produtos. Assim, este procedimento constitui numa forma viável e de baixo custo para a produção de palmito pupunha na forma de lâminas para lasanha.

Cabe enfatizar que os valores obtidos também atendem a Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, em fase de implantação (BRASIL, 2020).

Tabela 5 - Análises microbiológicas para Coliformes Totais a 45 ºC (NMP/g), para cada tratamento aplicado ao produto a base de palmito pupunha ao longo do período de armazenamento a 5 ºC

Coliformes Totais e 45 ºC (NMP/g)					
Tratamentos	**Período de avaliação (dias)**				**Valores de referência**
	0	**4**	**8**	**12**	
Cr	<3	4	nd	nd	RDC nº12 /3b 10^2 =100 NMP/g
Br	<3	4	4	4	
BrAA	<3	4	4	4	
BrAC	<3	4	4	4	
BrC	<3	4	4	4	
BrAA+C	<3	4	4	4	
BrAC+C	<3	4	4	4	

* As análises microbiológicas têm como valores de referência a RDC nº 12 DE 02 DE JANEIRO DE 2001. Técnica utilizada NMP - número mais provável. Controle: sem aplicação de branqueamento; Br: com aplicação de branqueamento; BrC: Cisteína 0,5% de concentração de 0,5%; BrAA: ácido ascórbico 0,5%; BrAC: ácido cítrico 0,5% de concentração; Nd: não detectado devido a deterioração da amostra.

4 Conclusões

A aplicação de branqueamento combinado com agentes de conservação ocasionou queda nos valores de pH e acidez, baixo nível de escurecimento (L*), reduzida atividade enzimática, e estabilidade microbiológica para as lâminas produzidas a partir do palmito pupunha ao longo do armazenamento refrigerado por 12 dias. O tratamento BrAC se destacou por não ter ocorrido perda de massa, sendo que as amostras BrAA+C e BrAC+C também apresentaram baixos níveis desse parâmetro (2%). As amostras BrAA+C e BrAC+C foram as que mais se destacaram quanto ao potencial antioxidante, considerando os dois métodos de análise realizados. Assim, o aproveitamento das partes basal e caulinar de palmito pupunha, demonstrou viabilidade para a produção de lâminas destinadas ao preparo de lasanha, contribuindo para agregar valor às partes subutilizadas da pupunheira.

Agradecimentos

Aos produtores de palmito pupunha pela disposição das amostras.

Referências

ANDRADE, A.U; SANCHES, A.G; PIACENTINI, L.C; CORDEIRO, C.A. M. Tratamento pós-colheita na extensão da vida útil de mandioca de mesa polpa branca e amarela minimamente processada e frigoconservada. **Revista Acta Iguazu**, Cascavel, v.5, n.4, p.1-14, 2016.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis.** 16th ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2000.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGIÂNCIA SANITÁRIA. Padrões Microbiológicos para Alimentos. Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: 'http:// www.anvisa.gov.br/visalegis'. Acesso em 19 de agosto de 2018.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGIÂNCIA SANITÁRIA. Padrões Microbiológicos para Alimentos. INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019. Disponível em: 'http:// http://www.in.gov.br'. Acesso em 20 de jan. 2020.

APHA (American Public Health Association). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4ª ed. Washington: APHA; 2001. p.25-36.

AYUB, R.A.; SPINARDI, B.; GIOPPO, M. Storage and fresh cut radish. ***Acta Scientiarum*** **Agronomy**, Maringá, v.35, n.2, p.241-4, 2013.

BANERJEE, A.; CHATTERJEE, S.; VARIYAR, P.; SHARMA, A. Shelf life extension of minimally processed ready-to-cook (RTC) cabbage by gamma irradiation. **Journal Food Technology**, Campinas, v.53, n.1, p.233-244, 2016.

BOLANHO, B.C.; DANESI, E.D.G.; BELÉIA, A.P. Characterization of flours made from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products as a new food ingredient. **Journal of Food and Nutrition Research**, Lužianky, v.53, n.1, p.51-59, 2014.

BORGES, C.D.; MENDONÇA, C.R.B.; NOGUEIRA, D.; HARTWIG, E.S.; RUTZ, J.K. Conservation of minimally processed apples using edible coatings made of turnip extract and xanthan gum. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.19, n.1, p.038, 2016.

BOTELHO, M.C.; LEME, S.C.; LIMA, L.C.O.; ABRAHÃO, S.A.; SIQUEIRA, H.H.; CHITARRA, A.B. Qualidade de palmito pupunha minimamente processado: aplicação de antioxidantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.5, p.1312-1319, 2010.

CHEN, M.; ZHAO, Y.; YU, S. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of

phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from sugar beet molasses. **Food Chemistry**, Norwichv, v.172, n.1, p.543-550, 2015.

CIE - Commission Internationale de l'Éclairage. Colorimetry. Vienna: CIE publication, 2 ed., 1996.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G.M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciências e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v.32, n.2, p.167-171, 1998.

CLEMENTE, E. Purification and thermostability of purified isoperoxidases from oranges. **Phytochemistry**. v. 49, p. 29-36, 1998.

CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora UFLA, 2005. 783p.

CORTEZ-VEJA, W.R.; PIOTROWICZ, B.B.I.; PRETICE, C; BORGES, D.C. Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana. **Semina: Ciências Agrárias,** Londrina, v.34, n.4, p.1753-1764, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Floresta: transferência de tecnologia florestal.** Colombo, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pupunha/tema>. Acesso em 14 jan. 2020.

EGEA, M.B.; GUIDO, E.S.; BOLANHO, B.C.; PEREIRA, J.M.F.; MAGALHÃES, J.A.; DANESI, E.D.G. Incentivo à cadeia produtiva do palmito pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) através do aproveitamento integral da matéria-prima. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.6, n.2, p.781-795, 2012.

FENNEMA, O.R. Química de los alimentos. Zaragoga: Editorial Acribia, 2000, p. 778-799.

FERREIRA, T.A.; SILVA, O.C.; PASCOAL, B.G. Análise físico-química em repolho branco (*Brassica oleracea*) minimamente processados durante o acondicionamento sob refrigeração. **Revista Cientifica Linkania Master,** Maringá, v.1, n.4, p.59-72, 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FREIRE, J.M.; PATTO DE ABREU, C.M.; ROCHA, D.A.; CORRÊA, A.D.; MARQUES, N.R. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.12, p.2291-2296, 2013.

FUJITA, S.; SAARI, N., MAEGAWA, M.; TETSUKA, T.; HAYASHI, N.; TONO, T. Purification and properties of polyphenol oxidase from cabbage (*Brassica oleracea* L.). **J. Agric. Food Chem**. v. 43, p. 1138-1142, 1995.

GALDINO, N.O.; CLEMENTE, E. Palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) composição mineral e cinética de enzimas oxidativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.540-544, 2008.

GORNY, J. R. et al. Quality changes in fresh cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 271-278, 2002.

KLUGE, R.A.; GEERDINK, G.M.; TEZOTTO-ULIANA, J.V.; DANELON GUASSI, S.A.; QUEIROZ ZORZETO, T.; FUMI C.S. F.; COSTA, M.S. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.2, p.801-811, 2014.

MARGRAF, T.; KARNOPP, A. R.; ROSSO, N. D.; GRANATO, D. Comparison between Folin-Ciocalteu and Prussian Blue assays to estimate the total phenolic content of

juices and teas using 96-well microplates. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 80, n. 11, p. 2397-2403, 2015.

MELO, A.A.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; JUSTO, C.F. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana maçã minimamente processada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.33, n.1, p.228-236, 2009.

MELO, F.S.N. **Qualidade de goiabas ''paluma'' minimamente processada sob recobrimentos a base de quitosana, cloreto de cálcio e alginato**. 2015. 95p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba - UFPA, João Pessoa, Paraíba.

ORSO, E. **Estudo dos fatores que influenciam a eficiência do branqueamento em couve-flor**. 2011. 33p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul – IFRS, Bento Gonçalves, 2011.

PENTEADO JUNIOR, J.F.; SANTOS, A.F., NEVES E.J.M. **Aspectos do agronegócio do palmito pupunha no Brasil**. Colombo: EMBRAPA, 2014, 23p.

RIBEIRO, C.C.; ARAUJO, J. L. H. **Dossiê Técnico - Beneficiamento de Produtos da Pupunha para Exportação.** Manaus. Escola SENAI Antônio Simões, 2013. 30p.

SIDDIQUI, M.W.; HOMA, F.; NAYYER, M.A.; GHATAK, A. Browning metabolism and quality of fresh-cut drumstick (*Moringa oleifera*) as influenced by acidulant treatments**. Journal of Food Science and Technology**, Londres, v.57, n.1, p.1-7, 2020.

SILVA, A.C.B.; SCHUQUEL, L.C.S.; SILVA, C.O.; PASCOAL, G.B. Nutritional and physicochemical quality in fresh and fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). **Demetra: Food, Nutrition & Health**, Maracanã, v.11, n.2, p.355-367, 2016.

SILVA, I.C.P.; VIEIRA, S.L.V. Alimentos minimamente processados: práticas de produção e riscos de contaminação. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, Maringá, v.21, n.1, p.26-38, 2017.

SOUZA, A.F.; LEÃO, M.F. Análises dos métodos mais eficientes na inibição do escurecimento enzimático em frutas e hortaliças. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15, p.117-124, 2012.

THAIPONG. K; B.U.; C.K.; Z.C.L.; B.H.D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**. Amsterdan. v. 19, p. 669-675, 2006.

VILAS-BOAS, E.V de B.; KADER, A.A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biologyand Technology**, Amsterdam, v.39, n.2, p.155-162, 2006.

VITTI, M.C.D.; PRECZENHAK, A.P.; CALABONI, C.; KLUGE, R.A. Atividade enzimática e conteúdo fenólico em batatas minimamente processadas influenciados pela aplicação de antioxidantes. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo v.20, n.1, p.103-115, 2019.