

Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde

Physical-chemical, colorimetric and sensorial characteristics of the emulsion formulation stabilized with green (unripe) banana pulp

RIALA6/1171

Dayane Rosalyn IZIDORO^{1*}, Agnes de Paula SCHEER¹, Maria Fátima de Oliveira NEGRE¹, Charles Windson Isidoro HAMINIUK², Maria-Rita SIERAKOWSKI³

*Endereço para correspondência: ¹Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Caixa Postal 19011, Curitiba, Paraná/Brasil, fone/fax(041) 33613232; dayizidoro@ufpr.br;

²Coordenação de Alimentos, UTFPR, Caixa Postal, Caixa Postal 271, Campo Mourão, Paraná/Brasil; ³Laboratório de Biopolímeros, UFPR, Caixa Postal 19081, Curitiba, Paraná/Brasil.

Recebido: 04/04/2007 – Aceito para publicação: 24/09/2008

RESUMO

Com o propósito de introduzir melhor aproveitamento da banana verde, em escala industrial, e também pelo seu alto teor de amido, foram preparadas formulações de emulsões tipo maionese estabilizadas com polpa de banana verde (PBV). A análise das emulsões foi realizada por meio de Metodologia de Superfície de Resposta. As formulações apresentaram alto teor de carboidratos, baixos teores de lipídios e baixos valores energéticos, além de elevados teores de sais minerais como potássio, ferro, magnésio, cálcio, fósforo e sódio. Esses constituintes conferem enriquecimento nutricional e, ainda, valorizam o produto. As amostras com menores teores de polpa (PBV) apresentaram maiores valores de luminosidade (L^*) e com menores tendências a demonstrar cromas vermelho e amarelo (a^* e b^*). Ademais, as amostras com maior teor de PBV apresentaram coloração similar àquela observada na maionese comercial. Em relação à aceitação das emulsões pelos consumidores, as médias de avaliação foram superiores a 6,95, em escala hedônica de nove pontos, o que significa alta aceitabilidade global. Outrossim, as formulações com maior teor de polpa de banana verde foram as preferidas entre os membros avaliadores. A aceitação das emulsões foi confirmada também pela atitude de compra, em que 75% dos consumidores opinaram que comprariam o produto.

Palavras-chaves. banana verde, emulsão, análise físico-química, cor, aceitação.

ABSTRACT

Aiming the best use of green (unripe) banana, on an industrial scale, and also because of its high starch contents, the “mayonnaise” type-formulations emulsions stabilized with green (unripe) banana pulp (GBP) were prepared and they were assessed by Response Surface Methodology. High carbohydrates contents, low lipids amounts and low caloric values, were found in the formulations, in addition to the high mineral salts contents as potassium, iron, magnesium, calcium, phosphorous and sodium. These findings turn these emulsions to be nutritionally enriched, and increase still more the product value. Samples presenting lower GBP contents displayed highest luminosity (L^*) and they showed lower tendency to red and yellow (a^* and b^*) chromes values. On the other hand, samples with high GBP contents presented the light color similar to that revealed by the commercial mayonnaise. In relation to the emulsions acceptance from the consumers, the evaluation averages were superior to 6.95 in scale from 1 to 9, which means a good acceptance, and the formulations with high GBP contents were also those preferred products among the estimators. The emulsions acceptance was confirmed from the purchase intent, which showed that 75% of the consumers would buy the product.

Key words. green (unripe) banana, emulsion, physical-chemical analysis, color, acceptance.

INTRODUÇÃO

A banana é considerada a principal fonte de alimentação e renda anual em muitos países¹. O Brasil, um dos maiores produtores mundiais de banana, é também o que apresenta maior desperdício, sendo que em certas regiões chega-se a perder até 60% da produção, pois a fruta apresenta vida útil muito curta e precisa ser consumida rapidamente. Visando à diminuição dessas perdas, a banana ainda verde vem sendo considerada como um produto ideal para ser industrializado². A banana quando cozida verde, perde tanino, responsável pela adstringência³ e a polpa permite a produção de vários alimentos, como pão, nhoque (entre outras massas), patês e maionese o que ressalta a importância dessa matéria-prima, por apresentar diversidade de aplicações⁴.

Sua utilização em alimentos é de extensão considerável, pois não altera o sabor, aumenta a quantidade de fibras, proteínas e nutrientes, além de aumentar significativamente o rendimento dos produtos³. O desenvolvimento de uma emulsão (tipo maionese) adicionada de polpa de banana verde é uma maneira de agregar valor nutritivo a um produto que pode ser consumido em larga escala. Segundo McClements⁵ maionese é uma emulsão óleo em água que contém gema de ovos, vinagre, agentes estabilizantes e flavorizantes. Amidos modificados, goma xantana, pectina e carboximetilcelulose são geralmente utilizados para estabilizar a emulsão e aumentar a viscosidade da maionese com menor teor de gordura^{6,7}.

A polpa de banana verde contém de 70 a 80% de amido, em base seca, que é comparável ao endosperma do grão de milho¹, podendo ser utilizada em maioneses como modificador de textura e volume além de substituir os ovos e parcialmente a concentração de óleo já que a polpa pode agir como estabilizante.

A aceitação de alimentos acrescidos de banana verde tem sido alvo de vários estudos sensoriais, por se tratar de fonte alternativa de nutrientes saudáveis ao consumidor^{2,3,8,9}. A cor é um atributo de qualidade inerente de cada alimento e muito importante para a maioria dos consumidores. A associação da cor com a aceitabilidade de um produto é universal¹⁰.

Neste estudo a polpa de banana verde foi utilizada no preparo de emulsões tipo maionese e as características físico-químicas, colorimétricas e aceitação sensorial dessas formulações foram avaliadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi a banana verde da variedade *Caturra* (Nanica) por apresentar preço mais acessível no mercado. Foi adquirida junto ao CEASA, na região de Curitiba, antes de entrar para a câmara de maturação.

A caracterização físico-química da matéria prima e da polpa de banana verde foi realizada no Laboratório de Química Analítica Aplicada (LQAA) e das emulsões foi realizada no

Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA) do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Padronização da maturação da matéria-prima (banana verde)

Um critério utilizado na escolha da matéria-prima foi a coloração da casca, trabalhou-se com bananas de coloração totalmente verde e determinou-se os valores de umidade, sólidos solúveis, pH e acidez total e também a relação sólidos solúveis/acidez total, com o objetivo de padronizar as características da matéria-prima coletada para o presente trabalho.

A determinação da umidade das amostras foi feita por gravimetria utilizando estufa convencional a 105°C até peso constante¹¹. Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados por leitura direta da amostra em refratômetro de bancada Polskie Zakłady Optyczne S.A., modelo RL3, escala 0°Brix a 90°Brix, e os resultados foram expressos em °Brix¹¹.

Determinou-se a acidez total por titulação com NaOH 0,1N padronizado, e o resultado foi expresso em porcentagem de ácido málico¹¹. O pH foi determinado pelo processo potenciométrico em pHmetro (Tecnal, modelo TEC-2)¹¹. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Obtenção da polpa de banana verde

As bananas foram lavadas com água e detergente neutro e cozidas sob pressão pelo tempo de 10 minutos. Em seguida, foram descascadas e homogeneizadas em processador de alimentos (Walita Basic RI2008) com velocidade de rotação constante, por 5 minutos, conforme Borges². No processamento da polpa utilizou-se a proporção 1:1 de banana cozida e água para melhor homogeneização. Parte da polpa foi separada para análise físico-química e colorimétrica e a outra parte foi utilizada no preparo das emulsões.

Preparo das emulsões

Para obtenção das emulsões adaptou-se a formulação de Valle e Camargos³, utilizando os seguintes ingredientes: água, óleo de soja, polpa de banana verde (PBV), mostarda em pó, vinagre e sal. A polpa de banana verde, água e óleo de soja tiveram as proporções variadas e estão descritas na Tabela 1. As proporções de vinagre, sal e mostarda em pó foram iguais para todas as formulações: 3%, 1,5% e 0,5%, respectivamente.

O vinagre (constituído de 4% de ácido acético) apresenta influência na emulsificação pela adição de cargas elétricas provenientes do íon H⁺ às gotas, provocando repulsão entre as mesmas, evitando a coalescência, contribuindo também para o sabor e conservação do produto. A mostarda foi adicionada em pó, pois a adição de compostos finamente divididos em emulsão contribui para a estabilidade, além de melhorar o aroma, a cor e o sabor do produto. O sal contribui para o sabor e conservação. Optou-se pela não adição de outros ingredientes, como temperos, para não mascarar o sabor do produto.

Para o preparo das emulsões utilizou-se liquidificador doméstico (Walita Basic RI2008) com velocidade de rotação constante. Numa primeira etapa homogeneizou-se, a baixa

rotação, o óleo e a mostarda em pó por 1 minuto, a fim de conferir coloração amarelada ao óleo. Em uma segunda etapa adicionou-se a água, o vinagre, o sal e por último a polpa. Os ingredientes foram processados por 3 minutos, a rotação constante, armazenados em recipientes plásticos e conservados em geladeira a aproximadamente 10°C. As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas no primeiro dia de preparo das amostras.

Caracterização físico-química da polpa de banana verde e das emulsões

Na caracterização físico-química da polpa de banana verde e das emulsões, as análises foram realizadas em triplicata e o resultado expresso pela média dos valores incluindo o desvio padrão. A Tabela 2 aponta as análises e os métodos utilizados.

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento para superfícies limitadas e misturas, módulo do STATISTICA 7.1 (Stat-Soft, Tulsa, OK, USA) utilizando 3 variáveis: água, polpa de banana verde (PBV) e óleo de soja, já que as proporções interferem na estabilidade da emulsão.

Escolheu-se o delineamento para superfícies limitadas por se estar trabalhando com emulsão, haja vista que nenhuma das três variáveis pode variar de 0 a 100%, já que para a formação mesma é indispensável a presença dos líquidos (água e óleo) e do agente estabilizante, no caso, a polpa de banana verde. Desta forma houve a necessidade de se estabelecer limites inferiores e superiores para esses ingredientes. Assim, foram feitos testes preliminares para definição desses limites, baseando-se em formulações de maionese segundo Valle e Camargos³, buscando-se a estabilidade da emulsão sem separação de fases. Com os limites definidos para água, óleo e polpa de banana verde elaborou-se o delineamento experimental, de acordo com a Tabela 3.

Análise colorimétrica

A cor das amostras das emulsões e da polpa de banana verde foi determinada no sistema L*, a*, b* fornecidos pelo espectrofotômetro portátil MiniScan XE Plus (modelo 45/0-L) da marca Hunter Lab (Hunter Assoc. Laboratory, UA, USA), o qual foi calibrado utilizando placas de porcelana preta e branca. Aproximadamente 10g de amostra foi colocada em placa de Petri de 5 cm de diâmetro de modo que cobrisse todo o fundo

Tabela 1. Proporções mínimas e máximas para água, óleo de soja e polpa de banana verde (PBV).

INGREDIENTES	VALORES ORIGINAIS (X _i)		PSEUDOCOMPONENTES (X' _i)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Água (X ₁)	0,100	0,200	0,000	0,666
Óleo de soja (X ₂)	0,200	0,250	0,000	0,333
Polpa de banana verde (PBV) (X ₃)	0,550	0,700	0,000	1

Tabela 2. Análises e métodos utilizados na caracterização físico-química da polpa de banana verde e emulsões.

ANÁLISES	MÉTODO
umidade	gravimetria em estufa convencional a 105°C até peso constante ¹¹
cinzas	gravimetria, mediante incineração da amostra em mufla a 550°C até obtenção de cinzas clara ¹¹
gordura total	extração direta em aparelho de Soxhlet, utilizando-se éter de petróleo como solvente ¹¹
acidez	titulação com NaOH padronizado e resultado expresso em mL de solução molar (mL/100g) ¹¹
pH	processo eletrométrico empregando potenciômetro que permite a determinação direta do pH (pHmetro) ¹¹
proteínas	método de Kjeldahl, empregando-se 5,75 como fator de correção de nitrogênio/proteína para vegetais ¹¹
carboidratos	diferença entre a massa inicial da amostra (100g) e o total da massa de proteínas, de lipídios, de resíduo mineral fixo, fibra bruta e umidade ¹²
valor energético total	valor energético = (4 X proteínas) + (9 X lipídios) + (4 X carboidratos) ¹³
sais minerais	os valores de cálcio, fósforo, magnésio foram determinados de acordo com os métodos analíticos da AOAC ¹⁴ , já o potássio, sódio e ferro conforme Freitas et al ¹⁵

da placa e a leitura foi realizada diretamente no centro da mesma. Nesse sistema de cores L^* representa a luminosidade ($L^*=0$ – preto e $L^*=100$ – branco) e a^* e b^* são as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade: ($+a^*$ = vermelho e $-a^*$ é o verde, $+b^*$ é o amarelo e $-b^*$ é o azul)¹⁶.

Foi calculada a diferença total de cor (ΔE^*) entre as emulsões e a polpa de banana verde (ΔE^*_1) e entre as emulsões e uma amostra de maionese comercial tradicional (ΔE^*_2). A diferença total de cor (ΔE^*) foi determinada utilizando a equação 01 de acordo com Nsonzi e Ramaswamy¹⁷:

$$\Delta E^*=[(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (01)$$

Onde as alterações em cada parâmetro individual de cor foram calculadas de acordo com as equações 02, 03 e 04¹⁸:

$$\Delta L^*=L^*-L^*_0 \quad (02)$$

$$\Delta a^*=a^*-a^*_0 \quad (03)$$

$$\Delta b^*=b^*-b^*_0 \quad (04)$$

A análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias (Tukey), ao nível de significância de 5% ($p<0,05$), foram determinados com o auxílio do programa MSTATC (versão 2.10, Michingan, USA)²².

Neste trabalho, os valores de L^*_0 , a^*_0 e b^*_0 referiram-se aos parâmetros de cor das emulsões e os valores de L^* , a^* e b^* referiram-se aos parâmetros de cor da polpa de banana verde e da maionese comercial.

Avaliação da aceitação sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no laboratório de análise sensorial da Usina Piloto do programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da UFPR, em cabines individuais, iluminadas com luz branca. A análise sensorial das emulsões foi realizada utilizando-se os testes de aceitação global e atitude de compra.

As cinco amostras foram servidas uma de cada vez, aproximadamente 10g em copos descartáveis (50mL),

juntamente com uma espátula plástica, a temperatura de refrigeração ($10^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$) e codificadas de forma aleatória com 3 dígitos. Para neutralizar o paladar serviram-se água e biscoitos do tipo e água e sal.

O teste de aceitação utilizou a escala hedônica aplicado a 36 julgadores não treinados, correspondentes a 27,7% homens e 72,2% mulheres com idade variando de 22 a 35 anos. Utilizou-se a escala estruturada de nove pontos, onde o valor 1 correspondeu a “desgostei muitíssimo” e o valor 9 correspondeu a “gostei muitíssimo”¹⁹. A atitude de compra foi avaliada com a amostra que obteve melhor aceitação na escala hedônica, utilizando escala de 5 pontos onde o valor 1 correspondeu a “eu nunca compraria este produto” e o valor 5 correspondeu a “eu certamente compraria este produto”^{20,21}. A análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de significância de 5% ($p<0,05$) foram determinados com o auxílio do programa MSTATC (versão 2.10, Michingan, USA)²².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Padronização da matéria-prima (banana verde)

Os resultados dos parâmetros físico-químicos de umidade, pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez titulável (em % de ácido málico) e a razão Brix/acidez titulável para a banana verde estão apresentados na Tabela 4.

O valor obtido para umidade esta de acordo com Morton²³ que encontrou umidade média de 70% para banana verde e 75% para a banana madura e concluiu que durante a maturação, a umidade da polpa aumenta ligeiramente, devido às transformações dos carboidratos em açúcares simples.

Com relação ao pH e acidez total titulável (em ácido málico) os resultados 5,20 e 0,15% estão concordantes com o estudo de Lima et al.²⁴, que obtiveram valores similares para banana verde. Dentre os ácidos encontrados na banana estão o

Tabela 3. Delineamento para superfícies limitadas e misturas com 7 tratamentos e 2 pontos centrais, para as misturas de óleo de soja, água e polpa de banana verde.

FORMULAÇÕES	COMPONENTES ORIGINAIS			PSEUDOCOMPONENTES		
	X1	X2	X3	X'1	X'2	X'3
Vertex (V)						
Centroid (C)						
1V (F1)	0,10	0,20	0,70	0,0000	0,0000	1,0000
2V (F2)	0,20	0,20	0,60	0,6660	0,0000	0,3340
3V (F3)	0,10	0,25	0,65	0,0000	0,3330	0,6670
4V (F4)	0,20	0,25	0,55	0,6660	0,3330	0,0100
5V(C) (F5)	0,15	0,225	0,625	0,3330	0,1665	0,5005
5V(C) (F5 ₁)	0,15	0,225	0,625	0,3330	0,1665	0,5005
5V(C) (F5 ₂)	0,15	0,225	0,625	0,3330	0,1665	0,5005

Onde, $X1 + X2 + X3 = 1$ ou 100%; $X1 =$ água. $X2 =$ óleo de soja e $X3 =$ polpa de banana verde (PBV)

málico, o cítrico e o oxálico como predominantes. De acordo com Seymour et al.²⁵ o ácido málico e o cítrico são responsáveis pelo sabor azedo da banana verde e o ácido oxálico é responsável pela adstringência da fruta e à medida que ocorre o amadurecimento há uma redução desses ácidos e o sabor vai se tornando adocicado principalmente devido aos açúcares provindos da degradação do amido.

De acordo com Silva et al.²⁶, os sólidos solúveis totais (SST) aumentam rapidamente com a maturação da fruta e nesse trabalho o valor de SST (°Brix) encontrado para a banana verde foi de 5,15, o que confirma o estágio totalmente das frutas, pois segundo Ditchfield²⁷ as bananas verdes apresentam sólidos solúveis totais em torno de 4,9 a 6,5 ao passo que as maduras com coloração amarelas e traços marrons apresentam teor de 21°Brix

Caracterização química da polpa de banana verde

A Tabela 5 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos para a polpa cozida de banana verde.

Valle e Camargos³, analisando a polpa cozida de banana verde encontraram 64,79% de umidade, já Morton²³ traz uma

faixa de 58,7 a 74,1% de umidade para a banana verde cozida e nesse trabalho, o alto conteúdo de umidade (89,05%), está relacionado a quantidade de água adicionada, que foi na proporção de 1:1 para banana e água.

Verificou-se também que quantidade de carboidratos (10,17%), apresentou-se um pouco menor que para Valle e Camargos³, 19,64%, o que se deve ao alto conteúdo de umidade da polpa. Em base seca, o valor aproxima-se do encontrado por Torres et al.³⁰ que analisou a farinha de banana verde da variedade *Nanicão* em que a quantidade de carboidratos em matéria-seca foi de 91,70% sendo que dessa proporção a quantidade de amido foi de 87,80%.

Composição química das emulsões

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e valor energético para as formulações de emulsão tipo maionese estão apresentados na Tabela 6.

Gordura total e o valor energético tiveram seus valores significativamente aumentados com o aumento de óleo, as formulações F3, F4 e F5 tiveram os maiores valores para estes parâmetros devido ao maior conteúdo de óleo de soja.

Tabela 4. Composição físico-química para a banana verde (matéria-prima).

PARÂMETROS	VALORES EXPERIMENTAIS**
Umidade (%)	71,69 ± 0,12
pH	5,20 ± 0,6
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,15 ± 0,31
Acidez titulável (%)*	0,15 ± 0,01
Razão °Brix/Acidez titulável	34,33

* Expresso em ácido málico; ** Média de triplicata ± desvio padrão

Tabela 5. Parâmetros físico-químicos para a polpa cozida de banana verde.

PARÂMETROS (g/100g)	Polpa de banana verde (PBV)	PBV (base seca)%
Umidade	89,05 ± 0,56	-
Carboidratos	10,17 ± 0,39	92,87 ± 0,46
Proteínas	0,28 ± 0,04	2,56 ± 0,09
Gordura total	0,13 ± 0,01	1,19 ± 0,33
Cinzas	0,37 ± 0,02	3,38 ± 0,21
Cálcio*	7,16 ± 1,25	-
Fósforo*	7,88 ± 0,76	-
Magnésio*	14,74 ± 0,12	-
Potássio*	118,54 ± 3,82	-
Sódio*	26,56 ± 3,75	-
Ferro*	0,74 ± 0,11	-
Valor calórico (Kcal/100g)	43	-

* mg/100g

De acordo com USDA²⁸ uma maionese tradicional tem 680Kcal/100g enquanto que as com menor teor de gordura (*light*) tem 340Kcal/100g. Segundo a Tabela TACO²⁹ a maionese industrializada tradicional com ovos tem 302 Kcal/100g. Nesse trabalho os valores energéticos para as emulsões estiveram entre 197,30 a 240,79Kcal/100g, ou seja, mesmo as formulações com maior conteúdo de óleo (F3 e F4) apresentaram menos calorias que a maionese comercial com menor teor de gordura. Na Figura 1 encontra-se essa comparação pelo gráfico de barras entre os valores energéticos das formulações e da maionese tradicional (MT) e maionese *light* (ML).

Segundo a Tabela TACO²⁹ a maionese comercial tradicional possui por 100g: 3mg de cálcio, 1mg de magnésio, 0,1mg de ferro, 16mg de potássio, 787mg de sódio e não apresenta valores significativos para fósforo. Exceto pelo valor de sódio, todas as formulações com polpa de banana verde obtiveram maiores valores para os sais minerais listados, baseado nisso, pode ser verificado que a polpa de banana verde contribui significativamente para aumentar os valores nutritivos das emulsões. Na Figura 2 pode ser percebido a diferença entre esses teores de cálcio, fósforo, magnésio e ferro e na Figura 3 a relação entre as quantidades de potássio das formulações e da maionese comercial tradicional segundo a Tabela TACO²⁹

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar a embalagem, estocagem e processamento do produto, dessa maneira definir os parâmetros que mais afetam essa característica é importante durante a formulação do produto. Para isso foram plotados diagramas

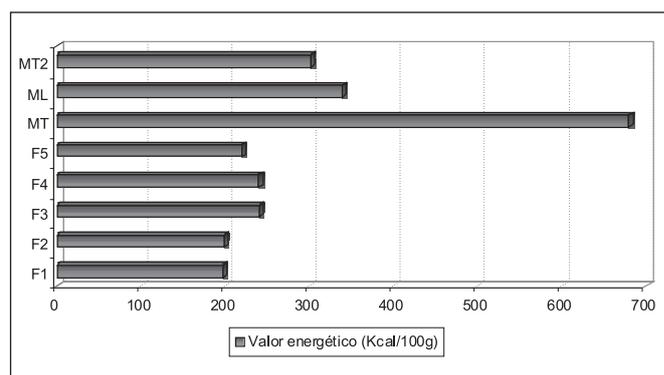


Figura 1. Valor energético das emulsões de banana verde e das maioneses comerciais: tradicional e *light*

Nota: MT2: maionese tradicional TACO, MT :maionese tradicional USDA, ML: maionese *light* USDA

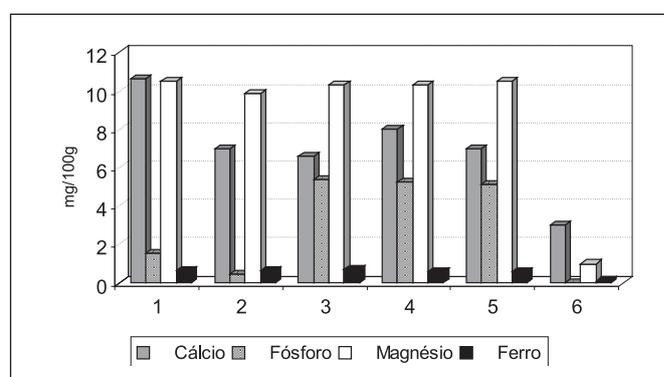


Figura 2. Valores de sais minerais das emulsões de banana verde e da maionese comercial tradicional.

Nota: 1 – F1, 2 – F2, 3 – F3, 4 – F4, 5 – F5, 6 – MAIONESE COMERCIAL

Tabela 6. Parâmetros físico-químicos e valor energético para as formulações de emulsões tipo maionese de banana verde.

PARÂMETROS (g/100g)	F1 água/óleo/PBV (0,10/0,20/0,70)	F2 água/óleo/PBV (0,20/0,20/0,60)	F3 água/óleo/PBV (0,10/0,25/0,65)	F4 água/óleo/PBV (0,20/0,25/0,55)	F5 água/óleo/PBV (0,15/0,225/0,625)
Umidade	72,04 ± 0,04 b	72,87 ± 0,07 a	67,59 ± 0,03 e	67,87 ± 0,16 d	70,33 ± 0,17 c
Carboidratos	7,32 ± 0,12 a	5,78 ± 0,11 d	6,78 ± 0,10 b	6,45 ± 0,12 c	5,87 ± 0,09 d
Proteínas	0,38 ± 0,03 a	0,27 ± 0,02 b	0,33 ± 0,03 a	0,33 ± 0,02 a	0,37 ± 0,01 a
Gordura total	18,50 ± 0,12 e	19,39 ± 0,03 d	23,60 ± 0,07 b	23,67 ± 0,19 a	21,68 ± 0,02 c
Cinzas	1,76 ± 0,01 a	1,69 ± 0,03 b	1,70 ± 0,02 b	1,68 ± 0,02 b	1,68 ± 0,03 b
Cálcio*	10,65 ± 0,62 a	7,00 ± 0,10 b	6,61 ± 0,96 b	8,00 ± 1,42 b	6,98 ± 0,47 b
Fósforo*	1,55 ± 0,58 b	0,46 ± 0,21 b	5,37 ± 0,04 a	5,24 ± 0,39 a	5,11 ± 0,12 a
Magnésio*	10,54 ± 0,23 a	9,90 ± 0,53 a	10,34 ± 0,52 a	10,31 ± 0,34 a	10,54 ± 0,82 a
Potássio*	95,85 ± 4,08 a	81,53 ± 1,10 b	81,44 ± 1,27 b	78,11 ± 1,65 b	85,13 ± 2,24 a
Sódio*	500,73 ± 1,23 c	527,10 ± 2,74 b	517,07 ± 3,92 b	525,22 ± 2,87 b	537,12 ± 0,94 a
Ferro*	0,64 ± 0,13 a	0,62 ± 0,05 a	0,71 ± 0,03 a	0,57 ± 0,04 a	0,60 ± 0,10 a
Valor energético (Kcal/100g)	197 ± 0,69 c	198 ± 0,35 c	240 ± 0,31 a	240 ± 1,45 a	220 ± 0,24 b
pH a 25°C	4,40 ± 0,01 a				
Acidez (mL/100g)	3,33 ± 0,10 a	3,18 ± 0,04 a	3,20 ± 0,04 a	3,09 ± 0,20 a	3,14 ± 0,10 a

*valores em mg/100g. Médias de triplicata ± desvio padrão seguidas da mesma letra em cada linha, são significativamente iguais pelo teste de Tukey. PBV = Polpa de banana verde.

ternários, em que pela Metodologia de Superfície de Resposta verifica-se estatisticamente influência da água, polpa de banana verde e do óleo de soja na umidade das emulsões e também no valor energético das mesmas, visto que a quantidade de calorías é um dos fatores determinantes na compra de um produto.

Os diagramas ternários mostrando a influência das proporções de água, óleo e PBV na umidade e no valor energético das formulações, em pseudo componentes, estão representados nas Figuras 4 e 5.

Os coeficientes das equações ajustados pelo modelo quadrático para L^* , a^* e b^* , assim como seus erros padrões, estão listados na Tabela 7.

Pelas Figuras 4 e 5 e analisando as equações quadráticas para a umidade e valor energético e também pelos coeficientes da Tabela 7, verificou-se que a água (x) e a polpa (z) de banana verde (PBV) tiveram a maior influência no aumento deste parâmetro, o mesmo ocorrendo com interação entre ambos (xz). Com relação ao valor energético, ao contrário o óleo (y) teve maior influência no aumento deste parâmetro.

A Tabela 8 mostra a Análise de Variância para os parâmetros umidade e valor energético, ajustados de acordo o modelo quadrático. O valor de F foi significativo para todos os parâmetros e mostrou que o modelo de segunda ordem ajustou bem os dados experimentais. Pelo coeficiente de determinação (R^2) estabelecidos nas Figuras 3 e 4 verificou-se que ambos estiveram acima de 0,9 para os parâmetros analisados. A falta de ajuste, que mede o ajuste do modelo utilizado, não foi significativa ($p > 0,05$), indicando que o modelo é suficientemente apurado para prever os parâmetros físico-químicos.

Análise colorimétrica

Na Tabela 9 estão apresentados os valores médios dos parâmetros de cor para as amostras das emulsões e da polpa de banana verde.

De acordo com os resultados da Tabela 9, a cor da polpa de banana verde influenciou a cor de todas as formulações de emulsões. Quanto maior a proporção de polpa, maiores os valores de a^* e b^* e menores os valores de L^* . A polpa teve o menor valor para a luminosidade (L^*) e os maiores valores de a^* e b^* , o que indica que a polpa apresentou as cores vermelha e amarela mais intensa e é mais escura comparada a todas as formulações.

Verificou-se que as formulações com menor teor de polpa de banana verde (F2, F4 e F5) apresentaram maiores valores de luminosidade (L^*). De acordo com Worrasinchai et al⁷ a luminosidade é um parâmetro muito importante na aparência de maionese, pois o consumidor prefere as mais luminosas as mais opacas.

Com relação aos parâmetros a^* e b^* as formulações com maior teor de polpa de banana verde (F1 e F3) apresentaram os maiores valores para ambos os parâmetros, pois apresentaram-se mais amarelas e vermelhas que as demais devido ao conteúdo de polpa.

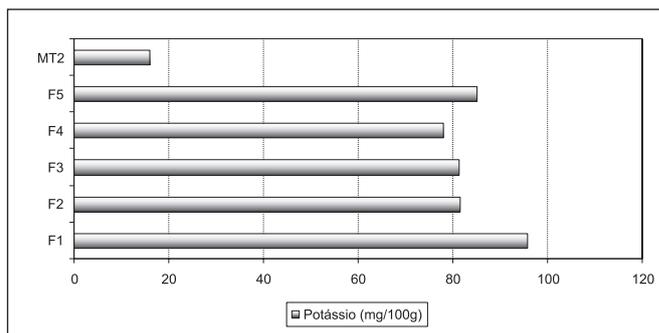


Figura 3. Valores de potássio das emulsões de banana verde e da maionese comercial tradicional.

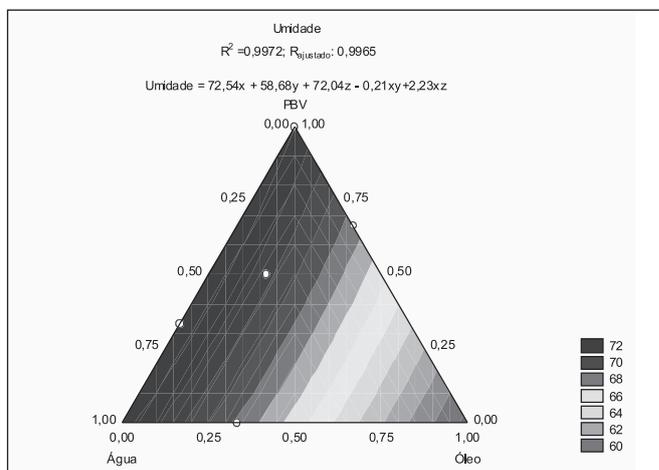


Figura 4. Diagrama ternário da superfície de resposta do modelo quadrático relativo à umidade na temperatura de 10°C.

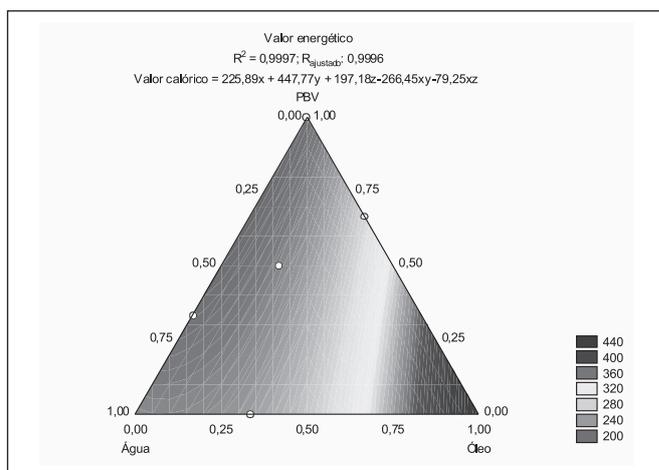


Figura 5. Diagrama ternário da superfície de resposta do modelo quadrático relativo ao valor energético na temperatura de 10°C.

Na Tabela 10 encontra-se a diferença total de cor (ΔE^*) entre emulsões e a polpa de banana verde (ΔE_1^*) e entre as emulsões e a amostra de maionese comercial tradicional (ΔE_2^*).

Verificou-se que o ΔE_1^* (diferença total de cor entre as emulsões e a polpa de banana verde), foi maior para todas as formulações comparado ao ΔE_2^* (diferença total de cor entre

as emulsões e a maionese tradicional), mostrando que as amostras aproximaram-se mais da cor da maionese comercial tradicional que da polpa de banana verde. Essa diferença pode ser observada na Figura 6 em que está representada em gráfico de barras a comparação entre os valores de diferença total de cor (ΔE^*).

Tabela 7. Coeficientes obtidos do modelo quadrático para os parâmetros: umidade e valor energético.

UMIDADE	x	y	z	xy	xz
Coefficientes	72,54*	58,68*	72,04*	-0,207	2,24*
Erro padrão	0,19	0,23	0,06	0,72	0,43
VALORENERGÉTICO					
Coefficientes	225,89*	447,77*	197,18*	-266,45*	-79,25*
Erro padrão	0,96	1,14	0,31	3,59	2,18

* Coeficientes significativos. x = água; y = óleo; z= polpa de banana verde (PBV)

Tabela 8. Análise de variância do modelo quadrático para as respostas: umidade e valor energético das emulsões.

PARÂMETROS	SQ	GL	QM	F	p
UMIDADE					
Modelo	68,45	4	17,11	1418,52	0,00
Erro total	0,19	16	0,012		
Falta de ajuste	0,00	0	0,00		
Erro puro	0,19	16	0,012		
Total ajustado	68,64	20	3,43		
VALORENERGÉTICO					
Modelo	14616,28	4	3654,07	12095,17	0,00
Erro total	4,83	16	0,302		
Falta de ajuste	0,00	0	0,00		
Erro puro	4,83	16	0,302		
Total ajustado	14621,11	20	731,06		

Nota: SQ – Soma dos quadrados, GL – Grau de liberdade, QM – Quadrado da média.

Tabela 9. Parâmetros de cor L*, a* e b* da polpa de banana verde (PBV) e das emulsões.

AMOSTRAS (água/óleo/PBV)	L*	a*	b*
Polpa de banana verde (PBV)	69,42 ^a ±0,49	1,30 ^a ±0,26	31,63 ^a ±0,63
F1 (0,10/0,20/0,70)	83,93 ^b ±0,54	1,22 ^{ab} ±0,04	14,87 ^b ±0,07
F2 (0,20/0,20/0,60)	89,40 ^d ±0,21	0,95 ^{bc} ±0,03	13,45 ^c ±0,04
F3 (0,10/0,25/0,65)	86,29 ^c ±0,07	1,27 ^a ±0,01	14,77 ^b ±0,08
F4 (0,20/0,25/0,55)	93,17 ^e ±0,23	0,75 ^c ±0,02	12,68 ^c ±0,03
F5 (0,15/0,225/0,625)	90,40 ^d ±0,83	0,88 ^c ±0,06	13,34 ^c ±0,86

Médias ± desvio padrão seguidas da mesma letra em cada coluna, são significativamente iguais pelo teste de Tukey (p≤0,05). L* (luminosidade), a* (croma verde-vermelho), b* (croma azul-amarelo)

As formulações F1 e F3 (com 70 e 65% de PBV, respectivamente) apresentaram-se mais próximas a coloração da maionese comercial, haja vista que apresentaram menores valores de (ΔE_2^*) precedidas das formulações F5 e F2 (com 62,5 e 60% de PBV respectivamente). A amostra F4 (55% de PBV) por outro lado, diferiu significativamente das demais se revelando a menos similar em relação à cor tanto da polpa de banana verde como da maionese comercial tradicional.

Avaliação Sensorial

Na Tabela 11 encontram-se as médias de aceitação global pela escala hedônica das cinco formulações (F1, F2, F3, F4 e F5),

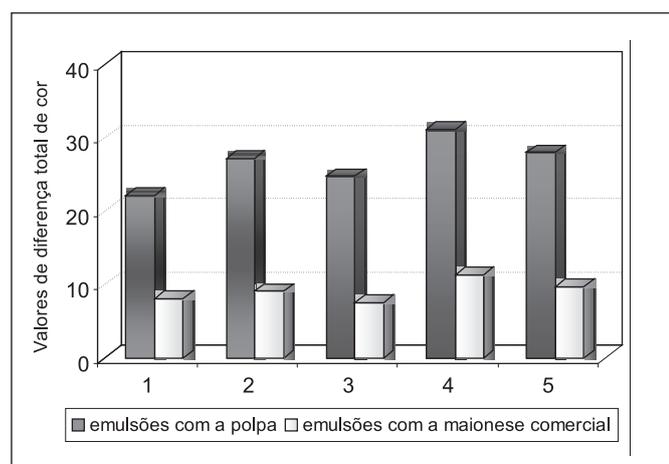


Figura 6. Diferença total de cor (ΔE^*) entre as emulsões e a polpa de banana verde e entre as emulsões e a maionese comercial tradicional.

As notas estiveram entre 6,11 para a formulação menos aceita (F4) e 7,14 para a mais aceita (F3). A formulação F1 não diferiu significativamente da F3 mostrando-se que também foi bem aceita pelos julgadores. Verifica-se ainda que as amostras com melhor aceitação (F1 e F3) foram as com maior concentração de polpa de banana verde (70% e 65%).

A Figura 7 apresenta os resultados com relação à atitude de compra dos julgadores.

A intenção de compra das emulsões tipo maionese (Figura 7) refletiu de certa forma a aceitabilidade dos produtos. Pediu-se aos julgadores responder a intenção de compra baseado na amostra mais aceita e verificou-se que apenas 1% dos provadores “jamais comprariam o produto”, 20% “teria

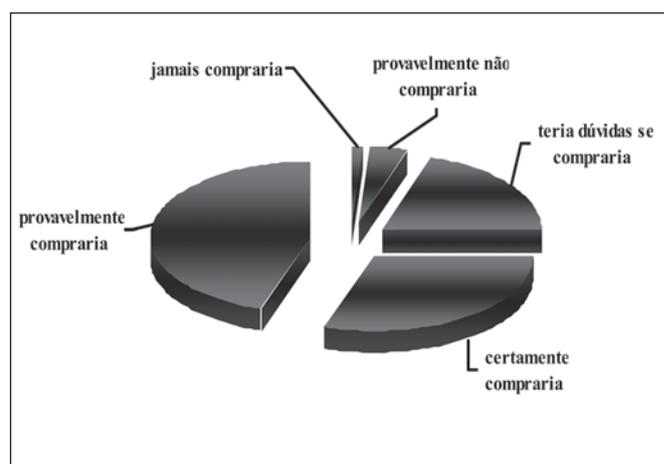


Figura 7. Atitude de compra dos provadores com relação à amostra mais aceita.

Tabela 10. Diferença total de cor (ΔE^*) entre as emulsões e a polpa de banana verde (ΔE_1^*) e entre as emulsões e a maionese comercial tradicional (ΔE_2^*).

Emulsões(água/óleo/PBV)	ΔE_1^*	ΔE_2^*
F1 (0,10/0,20/0,70)	22,18 ^d ± 0,39	8,13 ^c ± 0,43
F2 (0,20/0,20/0,60)	27,24 ^{bc} ± 0,83	9,12 ^b ± 0,11
F3 (0,10/0,25/0,65)	24,80 ^c ± 0,69	7,54 ^c ± 0,08
F4 (0,20/0,25/0,55)	31,18 ^a ± 1,98	11,34 ^a ± 0,11
F5 (0,15/0,225/0,625)	28,00 ^b ± 1,20	9,75 ^b ± 0,59

Médias desvio padrão seguidas da mesma letra em cada coluna são significativamente iguais pelo teste de Tukey.

Tabela 11. Médias de aceitação global pela escala hedônica das cinco formulações de emulsão tipo maionese de banana verde.

Formulações (aguar/óleo/PBV)	Notas aceitação global*	DMS
F1(0,10/0,20/0,70)	7,11 ^a ± 0,89	0,65
F2(0,20/0,20/0,60)	6,44 ^b ± 1,18	0,65
F3(0,10/0,25/0,65)	7,14 ^a ± 1,07	0,65
F4(0,20/0,25/0,55)	6,11 ^b ± 1,28	0,65
F5(0,15/0,225/0,625)	6,36 ^b ± 1,07	0,65

* Médias de 36 julgadores. Médias seguidas da mesma letra em cada coluna são significativamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. DMS = Diferença Mínima Significativa.

dúvidas se compraria”, sendo que a maioria dos provadores 30 e 45%, certamente e provavelmente compraria o produto, respectivamente.

Os autores Borges² e Taipina et al⁹ trabalharam com formulações de pão, nhoque, e suco, respectivamente formulados com polpa cozida de banana verde e encontram boa aceitação do consumidor a esse novo ingrediente. Dessa maneira verifica-se que a polpa de banana verde vem sendo uma alternativa na produção de produtos diferenciados sem alteração significativa nas características sensoriais.

CONCLUSÃO

As emulsões formuladas com polpa de banana verde apresentaram baixo valor energético comparados às maioneses comerciais, além de altos valores para potássio, ferro, fósforo, cálcio e magnésio o que mostra a contribuição da polpa para o valor nutritivo das emulsões.

As formulações com maior proporção de polpa de banana verde (70 e 65%, respectivamente) obtiveram coloração próxima à maionese comercial e ainda obtiveram melhor aceitação pelos consumidores, mostrando que a polpa apresentou influência positiva tanto na cor como no sabor das emulsões. Pela atitude de compra verificou-se que 75% dos provadores comprariam as emulsões, o que indica a aceitação do novo produto formulado com polpa de banana verde.

REFERÊNCIAS

1. Zhang P, Wampler JL, Bhunia AK, Burkholder KM, Patterson JA, Whistler RL. Effects of arabinoxylans on activation of murine macrophages and growth performance of broiler chicks. *Cer Chem*. 2004; 81: 511-4.
2. Borges MTMR. Potencial vitamínico de banana verde e produtos derivados. [Tese de doutorado] Campinas, São Paulo: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2003. 137pp.
3. Valle HF, Camargos M. Yes, nós temos banana. São Paulo: Senac; 2003.
4. Costa AS, Borges MTMR. Definição e análise das formas de amido presentes em diferentes variedades de banana verde. In: Anais do V Congresso de iniciação científica da UFSCar. São Carlos, SP, 1997: 204.
5. McClements DJ. Food emulsions: principles, practice, and techniques. Boca Raton: CRC Press; 1999.
6. Chouard G. 100% indulgence 0% guilt-be in phase, bring connectivity to your low-fat mayonnaise. *Innov in Food Tech* 2005; 29: 98-100.
7. Worrasinchai S, Suphantharika M, Pinjai S, Jamnong P. β -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydroc*. 2006;20:68-78.
8. Ranzani RTC, Sturion GL, Picudo MH. Avaliação química e biológica de casca de banana madura. In Anais do Simpósio Latino-Americano de Ciência de Alimentos. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1995: 84.
9. Taipina MS, Cohen VH, Del Mastro NL, Rodas MAB, Della Torre JCM. Aceitabilidade sensorial de suco de manga adicionado de polpa de banana (Musa sp) verde. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2004; 63 (Suppl 1): 49-55.
10. Doymaz I, Tugrul N, Pala M. (2006). Drying Characteristics of Dill and Parsley Leaves. *J Food Eng*. 2006; 77: 559-565.
11. Instituto Adolfo Lutz. (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4th ed. Brasília: 2005.
12. USP – Universidade Estadual de São Paulo. Tabela de composição de alimentos: Projeto integrado de composição de alimentos. Available from: URL <http://www.fcf.usp.br/tabela/tbmenu.php>.
13. Souci, SW, Fachman, W, Kraut, H. Food composition and nutrition tables 6th ed.: Stuttgart: Medpharm; 2000.
14. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg; 2000.
15. Freitas RS, Cecato E, Santos MB, Tiboni EB. Técnicas analíticas de alimentos. Curitiba; 1979. p 10.
16. Hunterlab. Applications Note [serial online] 1996. 8(7). Available from: URL: <http://www.hunterlab.com>.
17. Nsonzi F; Ramaswamy HS. Osmotic Dehydration Kinetics of Blueberries. *Drying Tech*. 1998;16: 725-41.
18. Chua KJ, Mujumdar AJ, Chou SK, Hawlader MNA, Ho JC. Batch drying of banana pieces – effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour. *Food Res Intern*. 2001 34: 721-731.
19. Dutcoski SD. Análise Sensorial de Alimentos. 2nd ed. Curitiba (PR); Editora Universitária Champagnat; 2007.
20. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory Evaluation Techniques. Boca Raton: CRC Press; 1991.
21. Izidoro DR, Sierakowski MR, Demczuk JRB, Haminiuk CWI, Scheer AP. Avaliação sensorial de emulsão adicionada de polpa de banana (Musa ssp) verde. In Anais do: XX Congresso de ciência e tecnologia de alimentos. Curitiba, PR, 2006: 794.
22. Koehler HS. Estatística Experimental. Curitiba(PR): UFPR: 1999.
23. Morton JF. Fruits of Warm Climates. Banana.Miami. FL: 1987; 29-46.
24. Lima LC, Costa SM, Dias MSC, Martins RN, Ribeiro JrPM. Controle do amadurecimento de banana ‘prata-anã’, armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com o uso do 1-metilciclopropeno. *Ciênc e Agro, Lavras*. 2004; 29(2):476-80.
25. Seymour GB, Taylor JE, Tucker GA. Biochemistry of Fruit Ripening. London: Chapman & Hall;1993.
26. Silva CS, Lima LC, Santos HS, Camili EC, Vieira CRYI, Martin CS, Vieites RL. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. *Ciênc Agrotec*. 2006;30(1):103-111.
27. Ditchfield D, Tadini CC. Acompanhamento do processo de amadurecimento da banana nanicão (Musa cavendishii Lamb.). In Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. São Paulo, SP, 2002.
28. USDA. Nutritive Values of Foods. U.S. Department of Agriculture. Beltsville, Maryland: Agricultural Research.. Nutrient Data Laboratory; 2002.
29. TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimento. Campinas (SP): NEPA – UNICAMP. 2nd ed; 2006.
30. Torres LLG, Ahmed AED, Carvalho CWP, Ascheri JLR, Germani R, Miguez M. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (Musa acuminata, grupo AAA) por extrusão termoplástica. *B. CEPPA*, 2005: 3(2) 273-290.