



Aprovechamiento de cultivos andinos camote (*Ipomoea batata*) y oca (*Oxalis tuberosa*) en el mejoramiento de la textura de una compota a base de manzana variedad Emilia (*Malus communis* – Reineta amarilla de Blenheim)

Harvesting of andean crops camote (*Ipomoea batata*) and oca (*Oxalis tuberosa*) in the improvement of the texture of an apple-based compote variety Emilia (*Malus communis* - Yellow reed of Blenheim)

Araceli Pilamala^{1,*}; Jessica Reyes; Liliana Cerda; Carlos Moreno

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. Av. Los Chasquis y Río Payamino s/n – Campus Huachi, Ambato, Ecuador.

RESUMEN

Con el fin de determinar el efecto de la adición de tubérculos andinos (RTAs) curados por radiación solar en una compota de manzana de la variedad Emilia (*Malus communis* – Reineta amarilla de Blenheim), en base a un 45% de fruta total, se calcularon parámetros reológicos (índice de comportamiento de flujo e índice de consistencia) que se ajustaron a la ley de la potencia y con un comportamiento pseudoplástico sin umbral de fluencia. Los parámetros reológicos de este tipo de producto fueron influenciados por las diferentes proporciones de RTAs añadidas reflejando que el índice de flujo es $n < 1$; por tanto, se evidencia que mientras más bajo sea mayor será su pseudoplasticidad. Con respecto al índice de consistencia, la mejor combinación con un valor de 11,03 Pa.sⁿ durante el tiempo de almacenamiento correspondió a 22,50% manzana, 9,00% camote, 13,50% oca; en consecuencia, indican que la mezcla es la más adecuada para mantener las características apropiadas para la compota. Los parámetros fisicoquímicos y proximales fueron aceptables, destacándose el contenido de fibra con un valor de 2,2%. El tiempo de vida útil estimado del mejor tratamiento en condiciones normales (18 °C), fue 24 días.

Palabras clave: índice de consistencia; índice de comportamiento; viscosidad aparente; vida útil; análisis proximal.

ABSTRACT

In order to determine the effect of the addition of Andean tubers (RTAs) cured by solar radiation in an applesauce of the variety Emilia (*Malus communis* – Reineta Amarilla de Blenheim), based on a 45% of total fruit established in the technical standard INEN 2009:2013, it has been calculated rheological parameters (flow behavior index and consistency index), which were adjusted to power law and with a pseudoplastic behavior without yield stress. The rheological parameters of this kind of product established that adding different proportions of RTAs, the flow index is $n < 1$, therefore there's an evidence that the lower it is, the higher it would be its pseudonym, the best treatment. With regard to consistency index, the best treatment corresponded to T1 (22.50 % Apple, 9.00% Sweet potato, Oca 13.50%) that presented a value of 11.03 Pa.sⁿ being the highest value during the ten days of analysis; therefore, it indicates that the mixture is the most suitable to maintain proper characteristics compote. At the same time, the proximal and physicochemical parameters are maintained within the established by legislation, highlighting the fiber with a value of 2.2 %, still above the established brands. Estimated time best treatment in normal conditions (18 °C) life was 24 days based on the microbial count of molds and yeasts.

Keywords: consistency index; performance index; apparent viscosity; longevity; proximate analysis.

1. Introducción

En Ecuador al igual que en la mayoría de los países en vías de desarrollo, se encuentra un alto índice de desnutrición infantil, dada la baja previsión de alimentos ricos en proteína, vitaminas y calorías, lo que influye en la morbilidad y en la mortalidad, así como también en el aspecto físico y mental de la población. La baja producción de alimentos y la

insuficiente capacidad adquisitiva de un alto porcentaje de la población son las principales causas que originan dichos grados de desnutrición (Cordovilla, 2011).

Por otro lado, la diferencia del requerimiento nutricional y el aporte calórico obtenido de la leche materna debe ser suplida con una variedad de alimentos ricos en proteínas, bajos en azúcar

grasa, tomando en cuenta la densidad energética y frecuencia de alimentación del niño (OMS, 2010; Organización Panamericana de la Salud, 2001).

Los tubérculos tienen una gran importancia en la alimentación, tienen un alto aporte en energías, se caracterizan nutricionalmente por ser ricos en hidratos de carbono, fibra, un pequeño aporte de proteínas, minerales y algunas vitaminas (INEN, 2013a).

Los tubérculos andinos son ricos en carbohidratos, su digestibilidad de los almidones es alrededor del 90%, que supera a la digestibilidad del almidón del trigo 70% (Espinosa, 2002).

La manzana variedad Emilia, es una de las frutas emblemáticas y más representativas para la provincia de Tungurahua, de esta manera a llegando a concebirse como símbolo de cultura y tradición entre sus pueblos. Sin embargo, en las dos últimas décadas se ha visto amenazada por factores como las importaciones de fruta, la baja productividad, el descuido por parte de autoridades y del agricultor, continuas erupciones volcánicas, entre otros. Los cuales conllevan a la pérdida de la diversidad frutícola en nuestro país (Rosero, 2014).

Ibarz y Barbosa-Cánovas (2005) determinaron que la consistencia o textura de las compotas de fruta o vegetales son parámetros importantes de calidad. Los purés de frutas y vegetales son fluidos pseudoplásticos, además consistencia de purés depende del método de preparación y del tratamiento mecánico a la que han sido sometidas las muestras, además de la variedad y madurez.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de cultivos andinos camote y oca en el mejoramiento de la textura, aporte nutricional y vida útil de una compota a base de manzana variedad Emilia.

2. Material y métodos

Material Vegetal

Se trabajó con manzana variedad Emilia propia de la provincia de Tungurahua y RTAs del callejón interandino tales como camote morado o dulce y oca endulzada, todas en buen estado de madurez. Se consideró 10 muestras con dos réplicas experimentales; cada muestra de 500 g.

A la oca se le realizó un tratamiento de curado al sol por tres semanas para aumentar la cantidad de azúcares en este caso sacarina y reducir la cantidad de oxalatos presentes en el género *Oxalis*. Una vez adquirido el material vegetal fue clasificado por su firmeza, madurez, descartándose aquellos que presentaban ligeros daños físicos o síntomas de deterioro. Se realizó análisis de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) por medio de un brixómetro VEE GEE, pH

por un potenciómetro digital marca HANNA y acidez de las muestras antes de someterlas a tratamiento térmico.

Una vez seleccionados, la manzana y las RTAs se lavaron con agua potable, se cortó las puntas en el caso del camote y la oca, para la manzana se extrajo el tallo, además de la base y se mantuvo en reposo en una solución de metabisulfito de sodio al 0,1 % durante 10 min y se enjuagó con agua potable. Posteriormente, se realizó el corte en mitades para las ocas y manzana, y en 8 partes al camote, a cada una se las sometió a cocción a 90 $^{\circ}$ C por 15 min, para ablandar los trozos y así poder facilitar el despulpado.

Se pasó los trozos por tamices para obtener un producto más fino y pastoso de excelentes características, a cada puré se le realizó un análisis de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), pH y acidez.

En la [Tabla 1](#) y [Tabla 2](#) se describe el diseño experimental de mezclas empleado para la dosificación en porcentajes de cada puré en base al 45% (INEN, 2013e) de sólidos en la solución y el 55% restante de la mezcla se consideró la adición agua y ácido cítrico como regulador de acidez, cabe recalcar que la compota es libre de azúcar.

Tabla 1

Diseño experimental de mezclas

Factor	Niveles	
A: % de Puré de Manzana	a ₀ . 1	a ₁ . -1
B: % Puré de Camote	b ₀ . 1	b ₁ . -1
C: % Puré de Oca	c ₀ . 1	c ₁ . -1

Tabla 2

Combinaciones experimentales resultantes

Orden	Puré manzana %	Puré camote %	Puré oca %
1	22,50	9,000	13,50
2	18,00	13,50	13,50
3	18,00	9,000	18,00
4	20,25	11,25	13,50
5	20,25	9,000	15,75
6	18,00	11,25	15,75
7	19,50	10,50	15,00
8	21,00	9,750	14,25
9	18,75	12,00	14,25
10	18,75	9,750	16,50
11	22,50	9,000	13,50
12	18,00	13,50	13,50
13	18,00	9,000	18,00
14	20,25	11,25	13,50
15	20,25	9,000	15,75
16	18,00	11,25	15,75
17	19,50	10,50	15,00
18	21,00	9,750	14,25
19	18,75	12,00	14,25
20	18,75	9,750	16,50

Se sometió a una cocción a 65 °C por 10 min, se envaso en frascos de vidrio estériles y se enfriaron rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío en el envase. Las muestras se mantuvieron al ambiente para el análisis durante diez días protegidas de la humedad y la luz.

Análisis Reológico

Se determinaron los parámetros reológicos de las compotas por medio de un viscosímetro rotacional Quimis, el cual expresa directamente la viscosidad aparente.

Método de cálculo para determinar parámetros reológicos

Velocidad de deformación o cizalla. Se define como la variación de la velocidad de un elemento de fluido con relación a la variación de distancia, en donde se calcula mediante la siguiente expresión de Zuritz (1995) mencionado por Alvarado (1996):

$$\gamma = 4\pi N/60$$

Donde γ es la velocidad de deformación o gradiente de deformación (1/s.); N el número de Revoluciones por minuto.

Análisis Fisicoquímico

Sólidos solubles de acuerdo con la INEN (2013) y para comparar sus resultados se consideró la normativa del Codex (2001) (Puré de manzanas en conserva). Potencial hidrogeno empleando los lineamientos establecidos por la INEN (2013a). Acidez titulable se determinó mediante la metodología establecida en INEN (2013d).

Análisis Sensorial

En la compota se evaluaron los atributos sensoriales tales como: textura, sabor, olor, color, aceptabilidad, para determinar la mejor combinación de producto, para su efecto se planteó un diseño experimental de bloques incompletos para un panel 60 catadores no entrenados, con 12 réplicas, posteriormente se realizó el respectivo análisis estadístico.

Análisis Proximal

Se determinó por métodos establecidos en la AOAC (2005) humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra dietética, carbohidratos totales, energía de la mejor combinación.

Análisis Microbiológicos

En la compota se realizó análisis de coliformes totales, *Escherichia coli* en placa de 3M Petrifilm® Recuento, aerobios mesófilos en un medio de cultivo PCA, mohos y levaduras en placas Petrifilm MR y en medio de cultivo PDA.

Estimación del Tiempo de Vida Útil

Para la estimación del tiempo de vida útil se empleó la ecuación descrita por Alvarado (1996) para deterioro de cinética de primer orden:

$$\ln C = \ln C_0 + k \cdot t \rightarrow t = (\ln C - \ln C_0)/k$$

Dónde C es el parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil; C_0 la concentración inicial; t el tiempo de reacción y k la constante de velocidad de reacción.

El parámetro microbiológico 3×10^3 para mohos y levaduras establecido en la norma microbiológica (FDA, 1998) en productos listos para el consumo por 21 días en frascos de vidrio a 18 °C y en pruebas aceleradas a 25 °C y 35 °C.

3. Resultados y discusión

Análisis reológico

Viscosidad Aparente

La viscosidad aparente decrece cuando aumenta el gradiente de velocidad de deformación o corte, esto permitió confirmar el comportamiento no-newtoniano de las compotas de manzana, camote y oca, lo cual indica una reorganización y memoria de la estructura, dando como resultado una menor resistencia al flujo. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis realizado por un lapso de 10 días, se observó que los tratamientos varían de 82,68 [Pa.s] a 98,25 [Pa.s] en el primer día de análisis a 0.1 RPM y de 24,65 [Pa.s] a 29,18 [Pa.s] a 0,9 RPM, al paso de los días la viscosidad aparente aumenta en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T7, disminuye en los tratamientos T6, T9, T10, esto depende del porcentaje de adición de los purés en la mezcla manteniéndose en un estándar de 45% del total de fruta permitida como mínimo en una compota (INEN, 2013e) y de la sinergia de sus componentes.

En la Tabla 3 se observan que los mejores tratamientos son T1 (22,50% Manzana, 9,00% Camote, 13,50% Oca) y T8 (21,00% Manzana, 9,75% Camote, 14,25% Oca), durante los diez días de análisis se mantuvieron estables, estos tratamientos contienen mayor porcentaje de puré de manzana y menos cantidad de camote y oca en relación con el diseño establecido. Este tipo de fluido corresponde a sistemas en el que no existe tensión de cortadura umbral. Se observó en la Figura 1, que las curvas pasan por el origen al realizar una proyección, ya que no existe un término para el punto de cedencia por tanto bajo este modelo los fluidos comienzan a fluir a una tasa de corte cero.

Tabla 3

Valores de Viscosidad Aparente η [Pa.s] para la compota de Manzana, Camote y Oca

Primer día				
RPM	0,1	0,3	0,6	0,9
T 1	87,6±0,98	44,88±0,81	34,56±0,72	26,62±0,02
T 2	87,65±0,07	56,25±3,88	37,95±0,49	28,28±0,45
T 3	86,85±0,21	45,65±4,31	32,43±1,59	24,65±0,35
T 4	88,0±0,56	48,9±1,41	37,58±3,00	26,82±1,29
T 5	82,68±0,53	49,4±6,08	37,93±0,45	27,86±0,13
T 6	97,25±0,49	57,7±4,94	34,73±3,85	28,25±1,01
T 7	90,9±5,51	46,35±3,18	29,28±0,1	24,8±2,26
T 8	96,65±4,59	54,4±4,66	37,83±1,37	28,3±0,61
T 9	98,25±0,91	61,5±2,82	40,1±1,55	31,35±1,20
T 10	93,6±4,24	51,6±1,27	36,78±0,53	29,18±0,54
Décimo día				
RPM	0,1	0,3	0,6	0,9
T 1	93,95±0,77	45,75±4,73	35,61±0,07	27,27±0,70
T 2	95,02±0,96	55,61±2,67	41,8±2,40	22,93±0,98
T 3	95,84±3,72	53,65±0,35	45,18±0,81	28,55±0,73
T 4	104,5±19,0	54,1±2,83	44,28±3,21	28,85±2,33
T 5	104,3±7,07	63,5±2,26	45,1±2,54	28,47±1,41
T 6	94±3,25	49,2±9,05	32,7±0,78	29,47±0,56
T 7	93,05±2,47	47,9±0,42	35,58±2,29	27,02±1,86
T 8	96,7±0,70	54,4±0,99	37,05±0,42	31,35±1,15
T 9	85,8±3,82	50±3,54	33,4±3,96	25,2±3,063
T 10	91,55±1,3	67,3±15,27	38,18±4,91	27,08±2,23

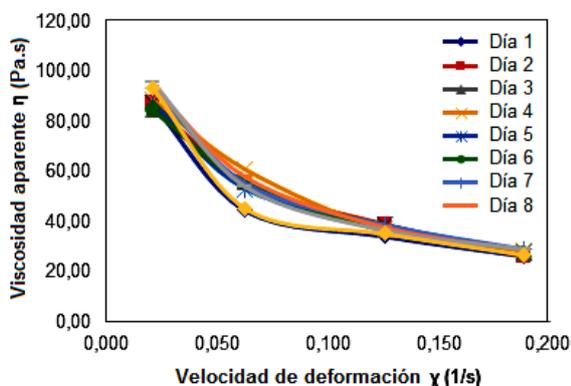


Figura 1. Relación entre la Viscosidad Aparente η [Pa.s] y la velocidad de deformación γ [1/s] para el tratamiento 1.

Además, cumple la ley de la potencia, este comportamiento se caracteriza por relacionar dos parámetros para el cual la viscosidad absoluta disminuye a medida que la tasa de corte (esfuerzo de cizalla) aumenta, lo cual indica una correlación inversamente proporcional fuerte. La relación entre la tasa de corte y el esfuerzo está dada por la siguiente ecuación $\tau = K\gamma^n$.

Índice de consistencia

El porcentaje de adición de puré de manzana en estos tratamientos es superior a 21,00%, y al

reducir el porcentaje de adición de puré de manzana a 18,00-19,50% y aumentar el porcentaje de camote a 10,50 – 13,50% y de oca a 15,00-18,00%, se determinó que los índices de consistencia con respecto al tiempo varían, lo cual indica que influye el porcentaje en el que lo componentes están en solución.

Índice de comportamiento al flujo

Los valores del índice de comportamiento de flujo, cuando son fluidos pseudoplásticos los valores deben ser menores a 1 ($n < 1$), este parámetro determina que mientras más bajo sea mayor será su pseudoplasticidad. Los tratamientos más estables son T1 (22,50% Manzana, 9,00% Camote, 13,50% Oca) y T8 (21,00% Manzana, 9,75% Camote, 14,25% Oca), estos tratamientos se mantienen en un rango de 0,451 y 0,502, lo cual indica que en estas combinaciones contribuyen a seguir el orden pseudoplástico establecido por Rha (1978), además se determinó la existencia de diferencias significativas entre tratamientos a un nivel $\alpha = 0,05$. Mizrahi y Berk (1972) y Saenz y Costell (1986) reportaron que un aumento de la concentración de sólidos en la solución afecta el índice de comportamiento de flujo.

Análisis fisicoquímico

Sólidos solubles

Durante los diez días de análisis, se determinó que los valores se encuentran en un rango de 14 y 13 °Brix respectivamente los mismos que al compararlo con la NTM (1986) se acepta que están dentro de los parámetros establecidos a razón de que el mínimo de sólidos solubles es de 15 °Brix en compotas de frutas. Hay que tener en cuenta que en este tipo de compota no se le adicione azúcar y la cantidad de sólidos solubles proviene solo de los componentes.

Existen diferencias significativas a un nivel $\alpha = 0,05$ con referencia a los tratamientos de estudio. Por medio del Test LDS, se estableció que el tratamiento 2 es el mejor, a razón de que durante los 10 días de análisis de la compota se mantienen constantes los sólidos solubles

pH

Los tratamientos analizados se encuentran en un rango de 3,23 y 3,54, estos valores se mantienen por debajo del máximo 4,5 establecido por la Norma Técnica INEN. Además, que existe diferencias significativas a un nivel $\alpha = 0,05$ con referencia a los tratamientos de estudio en un análisis de varianza. Se estableció que el tratamiento 6 mantienen estable por lo tanto es el mejor tratamiento.

Acidez

Al analizar este parámetro se determinó que las muestras por 10 días de control se mantienen en un rango de 0,64 y 1,05 en porcentaje de ácido cítrico. Se determinó la existencia de diferencias significativas a un nivel $\alpha = 0,05$ con referencia a los tratamientos de estudio. El tratamiento 6 es el mejor para el parámetro de acidez, porque se mantienen estable que durante los 10 días de análisis.

Análisis sensorial

Olor

En base al análisis de varianza para la variable del olor de la compota, donde se muestra a un 95% de nivel de confianza, que no existe diferencias significativas tanto entre tratamientos como entre los catadores. Sin embargo, las compotas que presentan mejor calificación, son los tratamientos: T3, T6, T1, T7, T5 cuyas combinaciones se encuentran especificadas en el diseño experimental, por lo contrario el peor tratamiento fue T9, al aumentar a 12% el puré de camote en la mezcla, el aroma del tratamiento T9, varía con respecto a los mejores tratamientos, en este tratamiento se percibe el olor característico de las raíces y tubérculos cocinados, el mismo que no permite que sea apreciado por los catadores. Aun p -valor $< 0,05$ se determina que la interacción de la combinación de los componentes influye en la variable de análisis.

Color

A un 95% de nivel de confianza, que no existe diferencias significativas tanto entre tratamientos como entre los catadores. Cabe recalcar que para este parámetro el porcentaje de adición de cada componente es diferente para cada tratamiento. En la muestra testigo la coloración es amarilla y en los tratamientos analizados son rosa por efecto del ácido cítrico y la pigmentación del camote, lo cual indica que si interfieren los componentes en la apreciación de los tratamientos.

Textura

Las compotas que presentan mejor calificación, son los tratamientos: T1, T3, T7, T2, por lo contrario, los peores tratamientos fueron T9 y T10, al aumentar a 12% el puré de camote y en un 16,50% el puré de oca en la mezcla, los tratamientos son muy espesos, lo cual no es muy apreciable para los catadores, al igual que a los parámetros anteriores el porcentaje de adición y la apariencia de los alimentos con modificación de texturas influyen en las características sensoriales del producto final.

Sabor

En los tratamientos: T1 y T3, el sabor característico de la manzana resalta por lo tanto no se distingue

la adición de oca y camote, por lo contrario, los peores tratamientos fueron T9 y T8. Se observó que a medida de se aumenta el porcentaje de adición de puré de camote el sabor de la compota no es agradable para los niños catadores, se siente el sabor a tubérculo cocido del camote.

Acceptabilidad

En el análisis se determinó que de los diez tratamientos analizados el tratamiento T1 (22,50% Manzana, 9,00% Camote, 13,50% Oca) cumple los mejores parámetros de aceptabilidad y sus características de olor, color, textura y sabor son admitidos por los catadores en este caso niños de 7 a 11 años, por lo contrario, el peor tratamiento fue T9 (18,75% Manzana, 12,00% Camote, 14,25% Oca). Esto concuerda con las variables anteriormente analizadas (parámetros fisicoquímicos y reológicos), el tratamiento T1 es una combinación perfecta en la que se mantienen todas las características estables.

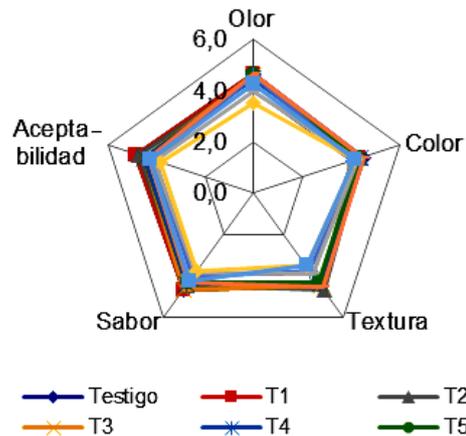


Figura 2. Diagrama estrella de las cataciones de los tratamientos.

De acuerdo con el análisis estadístico de la evaluación sensorial de la compota de manzana, camote y oca, el mejor tratamiento es la combinación de 22,50% Manzana, 9,00% de Camote, 13,50% de Oca que corresponden al T1, el mismo que obtuvo la puntuación más alta establecida por escala hedónica (Figura 2), ante los catadores los tratamientos no presentan diferencias significativas al ser comparada contra una muestra testigo.

Análisis proximal

En la Tabla 4 se representa la tabla nutricional del mejor tratamiento T1 (22,50% Manzana, 9,00% de Camote, 13,50% de Oca), para cada 100 gramos de compota.

Con respecto a la cantidad de energía que este tipo de productos debe tener la Norma Técnica INEN (2013e), establece que para colados y picados de

verduras el Mínimo 251 kJ/100 g (60 kcal/100 g), el tratamiento T1 se encuentra dentro del límite establecido con 61 kcal/100 g. Al compararlo con una marca comercial en este caso Gerber, se determinó que las calorías del producto elaborado a partir de fruta y RTAs son menores, por tanto, podría ser considerado como un producto dietético apto para su consumo.

Tabla 4

Contenido Nutricional para la Compota de Manzana y Oca

Ensayos	Unidades	Resultados
Energía	kcal/100g	61,00
Humedad	%	79,640
Cenizas	%	0,32
Carbohidratos Totales	%	14,60
Proteína	% (Nx6,25)	0,73
Fibra Dietética Total	%	2,29
Sólidos Totales	%	17,90

Para el contenido de proteína la Norma Técnica INEN (2013e), establece que el mínimo en mezclas a base de verduras, hortalizas y cereales es de 2,8 g/419 kJ (2,8 g/100 kcal), en la compota de manzana, camote y oca se determinó que tienen 4,563 g/100 kcal, lo que indica que se encuentra dentro de los límites establecidos. El valor establecido en la marca comercial es inferior al que se obtuvo en la compota de manzana, camote y oca, por lo tanto, se puede decir que es más nutritiva que las que nos ofrecen el mercado nacional. Los carbohidratos totales de la compota analizada contienen un 14,60%, y se encuentra dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica INEN (2013e). Al compararlo con la marca comercial, se estableció que el producto es bajo en carbohidratos, además hay que considerar que no se le adiciona azúcar y se emplea el azúcar propio de la fruta y de las RTAs curadas al sol (endulzadas).

En cuanto, a los sólidos totales la NTM (1986) establece que para colados y picados de frutas el mínimo es 15 g/100 g, para la compota analizada se estableció que se encuentra dentro de lo permitido con un valor de 17,90. En el caso de los parámetros porcentaje de cenizas y porcentaje de fibra dietética total las normativas analizadas no establecen parámetros para su comparación.

Al comparar el mejor tratamiento de la investigación con la marca comercial Gerber, se determinó que la marca comercial carece de fibra dietética total, en cambio el tratamiento T1 con un 2,29% de fibra cumple los valores diarios recomendado 2% (FAO, OMS, 2004).

Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos como parámetro de control de calidad y para determinar el recuento de coliformes totales, *Escherichia coli*, aerobios mesófilos, mohos y levaduras (UFC/g), establecido en la Norma Técnica INEN (2013e) para Alimentos Colados y Picados, Envasados para Lactantes y Niños. A una temperatura de 19,2 °C y a un porcentaje de humedad relativa 51% HR, se estableció que para coliformes totales, *Escherichia coli* y mohos el recuento es inferior a 10 (UFC/g) y para el recuento de levaduras 3,2 x 10² (UFC/g).

Estimación de vida útil

Para determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento se consideró el recuento de mohos y levaduras, este análisis se realizó en base a lo establecido en la Norma Técnica INEN (2013e). Se mantuvo el mejor tratamiento en frascos de vidrio de 500 ml, durante 24 días a 18 °C y para pruebas aceleradas a 25 °C – 35 °C.

En el análisis del mejor tratamiento T1, se determinó que a condiciones normales de almacenamiento (18 °C), con un tratamiento previo de esterilización, el tiempo de vida útil de la compota fue de 24 días, y al realizar la aplicación de prueba aceleradas a 25 °C y 35 °C, el análisis determinó que el tiempo de vida útil se reduce en 18 días y 10 días respectivamente.

La relación existente entre la vida útil y el esfuerzo en este caso la temperatura no siempre es el mismo, éste puede ser constante o no, en este tratamiento se observó que la relación es inversamente proporcional esto quiere decir que a gradientes elevados de temperatura el tiempo de vida útil disminuye. Por lo tanto, para prolongar más el tiempo de vida útil o estabilidad en percha es necesario realizar un envasado al vacío y la aplicación de la esterilización comercial permitida por la Norma Técnica INEN (2013e) para Alimentos Colados y Picados, Envasados para Lactantes y Niños, esto permitirá mantener estables las características integrales del alimento y competir con las marcas comerciales en este caso Gerber.

4. Conclusiones

La compota elaborada a partir de la combinación del 22,50% Manzana, 9,00% de Camote, 13,50% de Oca, cumple todos los parámetros de calidad establecido por la normativa vigente, además se evidenció que muestra un comportamiento newtoniano y se ajusta a una tendencia pseudoplástica ($n < 1$).

Este tipo de fluido corresponde a sistemas en el que no existe una tensión de cortadura umbral, ya

que no se observa término para el punto de cendencia.

Cumple la ley de la potencia, este comportamiento se caracteriza por relacionar dos parámetros para el cual la viscosidad absoluta disminuye a medida que la tasa de corte (esfuerzo de cizalla) aumenta, lo cual indica una correlación inversamente proporcional fuerte.

El índice de comportamiento al flujo (n) y el índice de consistencia (k [Pa.sn]), varían con respecto al porcentaje de adición de puré manzana, camote y oca.

El tiempo de vida útil para el producto se estableció en base al recuento de mohos y levaduras fue de 24 días a 18 °C, mediante el análisis de pruebas aceleradas a 25 °C y 35 °C el tiempo de vida útil se reduce en 18 días y 10 días respectivamente. Para aumentar el tiempo de vida útil se sugiere aplicar esterilización comercial a la muestra analizada y aplicar métodos de refrigeración.

Las RTAs por su gran valor nutritivo y su asequibilidad, pueden ser utilizadas en la industria alimentaria ya sea como materia prima o producto terminado, en combinación con frutas, hortalizas y cereales para la elaboración de bebidas, compotas, pasta, salsas entre otros. Esta combinación de tubérculos y raíces inciden en el mejoramiento de la textura y aporte nutricional de una compota comercial elaborada solo a base de manzana y azúcar.

Agradecimientos

Se agradece de manera muy especial a la Ing. Dolores Robalino e Ing. Diego Salazar por contribuir en la interpretación y análisis de muestras de la presente investigación.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, J. 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos. 1era edición. R. C. división de artes Gráficas. Quito-Ecuador.
- AOAC. 2005. Esterilidad Comercial, Métodos Microbiológicos. Alimentos de baja acidez en envases sellados herméticamente (18ava ed.).
- Codex Alimentarius. 2001. CODEX STAN 17-1981, Pub. L. No. 17-1981, 1 4.
- Cordovilla, C. 2011. Estudio de la Concentración de Mezclas de Harina de Maíz (*Zea mays* L.) y panela en la compota de calabaza (*Cucurbita ficifolia* Bouché). Universidad Técnica de Ambato.
- Espinosa, P. 2002. Consumo, Aceptabilidad y Oportunidad de Aumentar la Demanda Urbana de RTAs (pp. 155-176).
- FDA. 1998. Bacteriological Analytical Manual (BAM). 8va edición. Microbiological Detection Methods.
- FAO. OMS. 2004. Nutrientes en los alimentos y requerimientos diarios para niños, jóvenes, adultos y ancianos. Fundación Cavendes. Anexo 1 y 2. Pág. 121-135.
- Ibarz, A.; Barbosa-Cánovas, G.V. 2005. Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. (D. MUNDI-PRENSA, Ed.) (1era ed.).
- INEN. 2013a. NTE INEN-ISO 1842:2013. Productos Vegetales y de Frutas – Determinación de pH (IDT). Quito-Ecuador.
- INEN. 2013b. NTE INEN-ISO 2173: 2013. Productos vegetales y frutas - determinación de sólidos solubles - método refractométrico (IDT). Quito Ecuador.
- INEN. 2013c. NTE INEN-ISO 750:2013. Productos vegetales y de Frutas- Determinación de la Acidez Titulable. Quito Ecuador.
- INEN. 2013d. NTE INEN 1529-10:2013. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad. Quito, Ecuador.
- INEN. 2013e. NTE INEN 2009:2013. Alimentos colados y picados, envasados para lactantes y niños. Requisitos. Quito Ecuador.
- Mizrahi, S.; Berk, Z. 1972. Flow behavior of concentrated orange juice: mathematical treatment. *Texture Studies* 3: 69-79.
- NMX - Normas Mexicanas. 1986. NMX-F-460-1986. Alimentos para infantes y niños de corta edad. Frutas coladas y picadas. México.
- OMS. 2010. La alimentación del lactante y del niño pequeño Capítulo Modelo para libros de texto dirigidos a estudiantes de medicina y otras ciencias de la salud. Washington.
- Organización Panamericana de la Salud. 2001. Alimentos complementarios procesados en América Latina. Washington.
- Rha, C.H. 1978. Rheology of fluid foods. *Food Technology* 32(7): 77-82.
- Rosero, L.A. 2014. Rescate De Germoplasma De Manzana Emilia (*Malus communis* -Reineta amarilla de Blenheim) mediante cultivo de tejidos in vitro. Quito, Pichincha. Universidad Central del Ecuador.
- Saenz, C.; Costell, E. 1986. Comportamiento reológico de productos de limón. Influencia de la temperatura y la concentración. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos* 26 (4): 581-588.

