

Estimación de la vida útil de un arequipe bajo en calorías*

Francia Elena Valencia García**, Leonidas de Jesús Millán Cardona***

Resumen

Introducción. Al desarrollar un arequipe bajo en calorías y sustituir la sacarosa por otras materias primas, se puede afectar la calidad del producto y alterar su vida útil. **Objetivo.** Evaluar la vida útil de un arequipe bajo en calorías elaborado a escala de laboratorio, con povidexosa 6.1%, sorbitol 8.6% y fructosa 3.7%, como sustitutos de la sacarosa. **Materiales y métodos.** Se empleó un diseño escalonado, evaluando el producto en los días 1, 10 y 20, se almacenaron 15 potes de 120 gramos cada uno a temperatura ambiente $24\pm 4^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $65\pm 5\%$. Se realizaron pruebas fisicoquímicas (pH y $^{\circ}\text{Brix}$), pruebas sensoriales (color, sabor y textura) y pruebas instrumentales (Análisis de Perfil de Textura). **Resultados.** El análisis estadístico para las pruebas sensoriales no arrojó diferencias significativas ($p>0.05$) en los días 1 y 10 de almacenamiento, lo que indica una vida útil del producto de 10 días en condiciones de temperatura ambiente para estas dos categorías. Respecto al color y $^{\circ}\text{Brix}$, no presentaron diferencia significativa ($p>0.05$) durante los 20 días de almacenamiento. El pH tuvo un incremento significativo ($p<0.05$) en el día 10, contrario a lo sucedido con la elasticidad. La dureza presentó su menor valor siendo estadísticamente significativo ($p<0.05$) a los 20 días, la adhesividad se incrementó desde el día 10 de almacenamiento siendo estadísticamente significativo al día 1. **Conclusión.** La vida útil del producto se estableció en 10 días.

Palabras clave: Arequipe bajo en calorías, perfil de textura, análisis sensorial, diseño escalonado, vida útil.

Shelf life calculation for a low in calories milk caramel

Abstract

Introduction. When a low-in-calories milk caramel is made and sucrose is replaced with other raw

materials, the quality of the product can be affected and so can be its shelf life. **Objective.** This work evaluated the shelf life of a low-in-calories milk caramel made in a laboratory scale, with 6.1% polydextrose, 8.6 % sorbitol and 3.7% fructose as sucrose's substitutes. **Materials and methods.** A staggered design was used, evaluating the product in the 1st, 10th and 20th days. 24 pots, of 120 grams each, were stored at room temperature $24\pm 4^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of $65\pm 5\%$. Tests such as physicochemical (pH and $^{\circ}\text{Brix}$), sensory (taste and texture) and instrumental (Texture Profile Analysis TPA) were also practiced to those samples. **Results.** The statistical analysis for the sensory tests (taste and texture) did not show any significant differences ($p>0.05$) in the storage periods (1 and 10 days). This indicates that the product's shelf life is ten days, at room temperature conditions, for these two categories. Concerning $^{\circ}\text{Brix}$ and color, they did not show any significant difference ($p>0.05$) during the 20 days storage period. The pH level had a significant increase ($p<0.05$) in the 10th day of storage, and elasticity had just the opposite result. Hardness showed its lowest statistic significant value ($p<0.05$) after 20 days of storage. Adhesiveness increased after the 10th day of storage and was statistically significant at day 1. **Conclusion.** The shelf life of the product was then established in 10 days.

Key words: Low in calories milk caramel, texture profile analysis TPA, sensory analysis, staggered design, milk caramel's, shelf life.

Estimação da vida útil de um doce de leite baixo em calorías

Resumo

Introdução. Ao desenvolver um doce de leite baixo em calorías e substituir a sacarose por outras matérias **Objetivo.** primas, pode-se afetar a qualidade do produto e ter efeito sobre sua vida útil.

* Artículo producto de la investigación del mismo nombre, realizado durante el año 2008. Investigación financiada con apoyo del Fondo de Fomento a la investigación de la Corporación Universitaria Lasallista.

** Magíster en ciencias farmacéuticas. Docente del programa de ingeniería de Alimentos e investigadora del grupo GRIAL de la Corporación Universitaria Lasallista, docente de la Universidad de Antioquia. Candidato a Doctorado en Farmacia y Alimentos. Correo electrónico: francia.valencia@gmail.com

*** Candidato a magíster en Ciencia y Tecnología en Alimentos. Especialista en Ciencia y Tecnología en Alimentos. Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, profesor de la Universidad de Antioquia.

Este trabalho avaliou a vida útil de um doce de leite baixo em calorias elaborado a escala de laboratório, com polidextrosa 6.1%, sorbitol 8.6% e frutose 3.7%, como substitutos de sacarose. **Materiais e métodos.** Emprego-se um desenho escalonado, o produto foi avaliado nos dias 1, 10 e 20, armazenaram-se 24 potes de 120 gramas cada em condições de temperatura ambiente $24\pm 4^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $65\pm 5\%$ aos quais se lhes realizou provas físico-químicas (PH e $^{\circ}\text{Brix}$), provas sensoriais (cor, sabor e textura) e provas instrumentais (Análises de Perfil de Textura "TPA"). **Resultados.** A análise estatística para as provas sensoriais (sabor e textura) não apresentou diferenças significativas ($p>0.05$) nos tempos (1 e 10 dias) de armazenamento, o anterior indica uma vida útil do produto de 10 dias, em

condições de temperatura ambiente para estas duas categorias. Com respeito à cor e $^{\circ}\text{Brix}$, não apresentaram diferença significativa ($p>0.05$) durante os 20 dias de armazenamento. O PH teve um incremento significativo ($p<0.05$) no dia 10 de armazenamento, caso contrário sucedeu com a elasticidade. A dureza apresentou seu menor valor estatisticamente significativo ($p<0.05$) aos 20 dias de armazenamento, a adhesividade se incrementou desde o dia 10 de armazenamento e foi estatisticamente significativo ao dia 1. **Conclusão.** A vida útil do produto se estabeleceu em 10 dias.

Palavras chaves: Doce de leite baixo em calorias, análise de perfil de textura "TPA", análise sensorial, desenho escalonado, vida útil do doce de leite.

Introducción

El arequipe es un dulce tradicional de varios países de América Latina; se define como un producto de textura blanda y pegajosa, elaborado a partir del proceso de evaporación de leche con azúcar, hasta lograr una concentración en el contenido de sólidos solubles de 70°Bx . Este producto tiene un aporte calórico aproximado de 30 Kcal por porción (10 g)¹. El arequipe bajo en calorías, tiene una reducción parcial de uno de sus componentes, los porcentajes de reducción varían de acuerdo con las normas vigentes en cada país, y generalmente, oscilan entre 25 y 33% calorías menos que el alimento original². En nuestro país, existen arequipas bajos en calorías elaborados solamente con fructosa, los cuales presentan defectos en el color por el exceso de calentamiento y muchos no cumplen con la reducción calórica exigida.

La mayoría de las veces al desarrollar alimentos bajos en calorías, se modifican materias primas en el producto tradicional, como es el caso de la sacarosa que juega un papel importante en la dulzura y textura³ y en el arequipe tradicional participa, aproximadamente, en un 45% de la formulación. La reducción o ausencia de este azúcar podría producir complicaciones en el diseño y calidad del producto por los cambios que sufre la matriz estructural, con efectos sobre la vida útil. La sacarosa aporta propiedades funcionales a los alimentos al tener efecto sobre las características sensoriales (sabor), físicas (cristalización, viscosidad), microbianas (preservación, fermentación) y químicas (Maillard,

caramelización, antioxidación), entre otras^{4,5}. Para compensar la pérdida de viscosidad, en el desarrollo de este producto, se emplean hidrocoloides como la carragenina que presenta buenas interacciones con los componentes lácteos, aunque puede tener comportamientos viscoelásticos dependientes de la agitación y la temperatura a las que es sometida⁶.

Los estudios de vida útil de un alimento son necesarios, para no sobredimensionar el tiempo que realmente dura. La vida útil de un alimento comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos, que puedan generar rechazo del producto por parte del consumidor final y puede variar según el proceso de producción, la naturaleza del producto y el tiempo de almacenamiento, con cambios a nivel microbiológicos, sensoriales y/o físico-químicos^{7,8}. A nivel sensorial, la vida útil de los alimentos en estantería, depende de la aceptación que tenga al interactuar con el consumidor. Por ello, los consumidores son la herramienta más apropiada para determinarla⁹⁻¹¹.

Las posibles vías de deterioro para este producto incluyen: cambios en la textura debidos a la pérdida de agua y empleo de hidrocoloides, cambio en el color, como el oscurecimiento del producto, por el empleo de azúcares reductores, pérdida de nutrientes por el calentamiento excesivo y el rápido desarrollo microbiano por el incremento en la actividad de agua.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la vida útil de un arequipe bajo en calorías elabo-

rado con povidex, fructosa y sorbitol como sustitutos de la sacarosa.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en la Corporación Universitaria Lasallista, ubicada en Caldas-Antioquia (Colombia). El pH y los °Brix se realizaron en el laboratorio de química a una temperatura promedio de $22\pm 4^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del $62\pm 5\%$. Las pruebas de análisis sensorial y de textura instrumental se desarrollaron en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Para elaborar el arequipe se utilizó leche descremada de marca comercial. La povidex, el sorbitol líquido 70%, la fructosa, el bicarbonato de sodio y la carragenina, fueron adquiridos en negocios especializados en la distribución de materias primas para alimentos.

Formulación estándar. Leche entera 4.120 g, se neutralizó con bicarbonato de sodio hasta alcanzar una acidez de 0.12%, expresado como ácido láctico (AL). Povidex 307,9 g, fructosa 186,8 g, sorbitol 434,2 g y 2,5 de carragenina según Valencia¹. Con esta formulación se logra reducir el 38% de calorías, y se obtiene un producto que cumple con lo requerido por la Norma Técnica Colombiana NTC 3757 de 1996.

Forma de elaboración. Inicialmente se mezcló el bicarbonato de sodio con la leche, se calentó la mezcla en estufa de gas hasta la ebullición. Luego, se adicionó la povidex y el sorbitol. Cuando la mezcla alcanzó aproximadamente 45 °Brix, se agregó la mezcla de fructosa y carragenina, con agitación continua. El mezclado y el calentamiento se continuaron hasta lograr una concentración de 58 °Brix. Posteriormente, se bajó la temperatura a 60°C , se envasó el producto en potes plásticos previamente desinfectados¹. Se empleó un diseño escalonado, evaluando el producto en los días 1, 10 y 20. Para cada ensayo se almacenaron 15 potes de 120 gramos cada uno, a condiciones de temperatura ambiente $24\pm 4^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa

de $65\pm 5\%$ hasta la realización de los análisis (día 20).

Análisis fisicoquímico. Se realizaron determinaciones del potencial de hidrógeno (pH), mediante inmersión directa a través de un electrodo, utilizando el potenciómetro marca FISHER, previamente calibrado con soluciones buffer 4 y 7 y de grados Brix con refractómetro. Estas determinaciones se realizaron por triplicado, mediante un ensayo aleatorio de simple ciego.

Análisis sensorial. Se convocaron 40 consumidores. Se aplicó una escala hedónica de 5 puntos, siendo 5 la característica óptima de la categoría, decreciendo los defectos hacia 1. Las categorías evaluadas fueron: color, sabor y textura. Las muestras correspondientes a los tres periodos de almacenamiento (1, 10 y 20 días) se presentaron a los consumidores en cucharas desechables, marcadas con números de tres dígitos y entre las muestras cada consumidor debía comer galleta salada de marca comercial para limpiar su paladar. Estos análisis se realizaron mediante un ensayo aleatorio de simple ciego.

Análisis instrumental. Se realizaron mediciones mediante el análisis de perfil de textura (TPA), usando un texturómetro TA-XT2i (Stable Micro Systems), provisto con una celda de carga de 50 kg y una sonda esférica de 20 mm de diámetro. Las condiciones de operación fueron: velocidad de pre-ensayo 9 mm/s, velocidad de ensayo 10 mm/s, velocidad pos-ensayo 8 mm/s, compresión del producto 70% y tiempo entre compresión 0.8 seg. Se evaluaron los parámetros instrumentales para la textura (dureza, elasticidad, adhesividad, gomosidad y cohesividad) definidos según Valencia¹. Esta prueba se realizó simultáneamente con la evaluación sensorial y se realizaron por triplicado. Para el estudio de los datos se empleó el programa SPSS 11.5, licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista y los métodos utilizados fueron: Análisis Multivariado mediante Análisis por Componentes Principales (ACP), y Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor con prueba de rangos múltiples de Duncan. Se utilizó un nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia del 85% para detectar diferencias significativas.

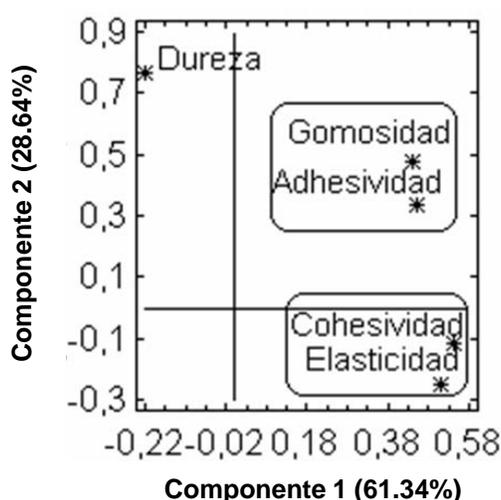
Resultados y Discusión

Prueba Instrumental

Mediante la aplicación del análisis por Componentes Principales (ACP) se observó que dos variables canónicas explican el 89.98% de la variabilidad entre los atributos instrumentales (gráfica 1). La localización de los atributos en el plano permite encontrar grupos afines, de modo que atributos cercanos se perciben como similares y atributos alejados entre sí como diferentes¹². De igual manera, los atributos gomosidad

y adhesividad forman un grupo, la cohesividad y elasticidad forman otro grupo, y la dureza aparte formando un último grupo. Con lo anterior se puede concluir que, de los cinco atributos considerados en la prueba de "TPA", los atributos dureza, adhesividad y cohesividad son representativos para la evaluación instrumental del arequipe bajo en calorías.

En la tabla 1 se presentan los resultados que muestran diferencias significativas en el análisis de varianza para la prueba de pH, la prueba sensorial y de textura instrumental.



Gráfica 1. Componentes principales prueba instrumental (TPA).

Tabla 1. Valores medios de la evaluación sensorial, instrumental (TPA) y pH de los arequipes bajos en calorías.

Tiempo (día)	Sensorial		Instrumental (TPA)			pH
	Sabor	Textura	Dureza (g)	Adhesividad (gxs)	Elasticidad	
20	3,6 a	3,0 a	113,84 a	-149,16 a	0,92 a	6,74 a
10	4,0 b	3,6 b	124,30 b	-147,20 a	0,82 b	6,94 b
1	4,2 b	4,1 b	117,46 c	-84,31 b	0,94 a	6,68 a

Letras diferentes por fila indican diferencias significativas ($p < 0.05$), según la prueba rangos múltiples de Duncan

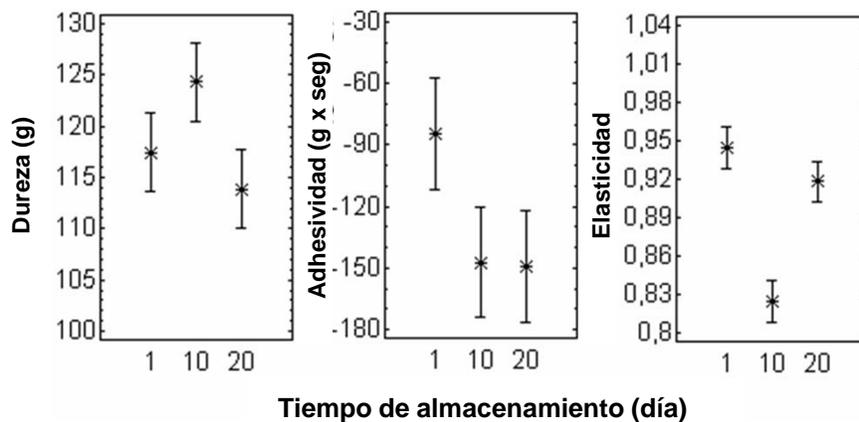
En el análisis de varianza para la prueba instrumental, tomando como factor el tiempo de almacenamiento (1, 10 y 20 días), se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la dureza,

adhesividad y cohesividad en relación con el periodo de almacenamiento. En la Tabla 1 se presentan los valores medios de los atributos relativos a la textura. Se puede observar que, la

dureza se incrementa el día 10 y disminuye el último día de almacenamiento, debido, posiblemente, a las variaciones de pH en el producto, las cuales pueden promover la distribución heterogénea de las cargas eléctricas de las proteínas, mejorando las interacciones entre ellas¹³. La adhesividad se incrementa en los dos últimos días de almacenamiento, siendo estos datos estadísticamente diferentes al primer día, debido a la sinéresis secundaria al empleo de la carragenina, que a su vez cambia el comporta-

miento viscoelástico, al ser sometida a procesos de agitación y elevadas temperaturas⁶. La elasticidad presenta su valor mínimo en el día 10 de almacenamiento.

En la grafica 2 se muestran los intervalos de las diferencias mínimas significativas para los parámetros de textura con respecto al período de almacenamiento a $24\pm 4^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $65\pm 5\%$.



Gráfica 2. Dureza, Adhesividad y Elasticidad "Instrumental" Vs tiempo (días).

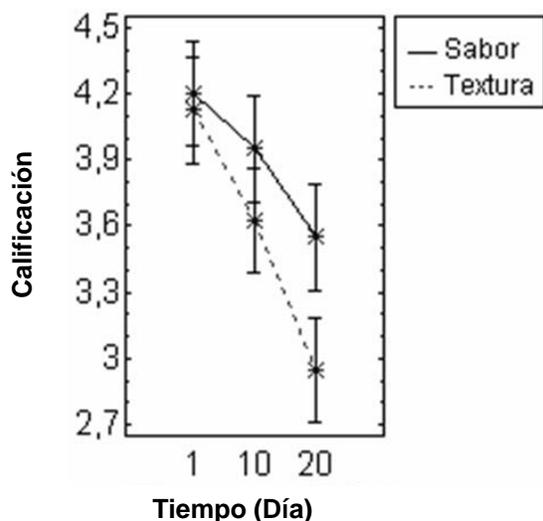
Prueba Sensorial

El análisis de varianza para los datos obtenidos en la prueba sensorial, mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en el sabor y la textura durante el período de almacenamiento (20 días). Lo contrario sucedió con el color, el cual no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$). Los resultados no se afectaron con el orden de presentación de las muestras, no afectó los mismos. Considerando las diferencias significativas en las categorías involucradas, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan, para determinar el tiempo en días diferentes, en relación con cada categoría.

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de los parámetros sensoriales (sabor y textura) estudiados en el arequipe bajo en calorías, en los cuales no se observan diferencias significativas entre los días 1 y 10, ya que se encuentran

en el mismo grupo homogéneo "b". Se puede concluir que, en relación con los parámetros sensoriales, el arequipe bajo en calorías, tiene una vida útil de 10 días en condiciones de almacenamiento a $24\pm 4^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $65\pm 5\%$.

En la gráfica 3 se presentan los intervalos de las diferencias mínimas significativas entre la calificación dada por los consumidores para el arequipe bajo en calorías. Se observa que el sabor y la textura disminuyen su calificación favorable (valores cercanos a 5) por parte de los consumidores en el transcurso del periodo de almacenamiento, lo que puede deberse a la sinéresis que presenta el producto. La disminución en la percepción del sabor, descrita por los consumidores, podría ser generada por la interacción entre los polímeros (proteínas, carragenina, polidextrosa) y los monosacáridos (fructosa, sorbitol).



Gráfica 3. Calificación consumidores Vs tiempo (día)

Pruebas Físicoquímicas

En relación con la determinación de grados Brix, no se encontraron diferencias significativas en el periodo de almacenamiento (1, 10 y 20 días). El pH varió durante el almacenamiento y mostró diferencias significativas ($p < 0.05$). En la tabla 1, se presentan los valores medios para esta variable, donde se encontraron diferencias significativas en el día 10, menores que los otros dos periodos de almacenamiento.

Conclusiones

En las pruebas instrumentales (TPA), los cinco atributos inicialmente considerados, se redujeron a tres por medio de la técnica del análisis multivariado (ACP), quedando sólo "dureza, adhesividad y elasticidad" como los atributos más representativos, los cuales pueden servir de base para la capacitación de jueces entrenados para la evaluación de este producto en la prueba instrumental, ya que se ha encontrado una alta correlación entre las pruebas instrumentales y sensoriales (jueces entrenados) en estos atributos.

La sinéresis del producto, provocada posiblemente por el empleo de carragenina como agente de viscosidad, ha originado una textura blan-

da a medida que el producto aumenta su periodo de almacenamiento, al tiempo que aumenta la adhesividad.

La vida útil del arequipe bajo en calorías es menor que la del arequipe tradicional, esto se debe al cambio de las materias primas utilizadas como sustitutos del azúcar, en este caso el sorbitol, polydextrosa y fructosa. Desde el punto de vista sensorial, el producto tiene una vida útil de 10 días, para las categorías (sabor y textura), el color no presentó cambios en el periodo de almacenamiento.

Referencias

1. VALENCIA GARCIA, Francia Elena; MILLÁN CARDONA, Leonidas de Jesús y RAMÍREZ HERRERA, Nathalia. Evaluación de los efectos en las propiedades físicoquímicas, sensoriales y texturales de polidextrosa, fructosa y sorbitol como sustitutos de azúcar en la elaboración de arequipe. En: Revista Lasallista de Investigación. 2008. vol. 5, no. 2, p. 22-27.
2. GONZALEZ, F. Volviendo a lo básico en alimentos dietéticos. En: Alimentos Procesados. Julio-agosto, 2000. p. 39-44.
3. KMAZURKIEWICZ, José; REBILAS, Krzysztof and TOMASIK, Piotr. Dextran—low-molecular saccharide sweetener interactions in aqueous solutions. En: Food Hydrocolloids. January, 2006. vol. 20, no. 1. p. 21-23.
4. BRANDS, Carline MJ. and VAN BOEKEL, Martinus A. J.S. Reactions of monosaccharides during heating of sugar-casein Systems: building of a reaction network model. En: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2001. vol. 49, no. 10. p. 4667-4675
5. AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. En: Journal of the American Dietetic Association. May, 1998. vol. 98, no. 5, p. 580-587.
6. MICHON, C., *et al.* Structure evolution of carrageenan/milk gels: effect of shearing, carrageenan concentration and nu fraction on rheological behavior. En: Food Hydrocolloids. May, 2005. vol. 19, no. 3 p. 541-547.
7. BOLUMEN, Soledad, *et al.* Migración de componentes y residuos de envases hacia los alimentos. [en línea]. España: Instituto de

- Agroecología y Tecnología de Alimentos. CSIC, 2002. [citado 4 julio de 2008]. Disponible en: <http://www.aragoninvestiga.com/files/art%C3%ADculoenvase3.pdf>
8. LABUZA, TP The search for shelf life. En: Food Testing & Analysis. 2000. no. 6, p. 26-36
 9. VALENCIA GARCIA, Francia Elena; MILLÁN CARDONA, Leonidas de Jesús y JARAMILLO GARCES, Yamile. Estimación de la vida útil físicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías. En: Revista Lasallista de Investigación. Enero-junio, 2008. vol. 5, no. 1. p. 28 - 33.
 10. HOUGH, G, *et al.* Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. En: Journal of Food Science. 2003. vol. 68, no. 1, p. 359 - 362.
 11. SUBRAMANIAM, P Accelerated shelf-life testing. The Manufacturing Confectioner, 1998. p. 147-152.
 12. HOUGH, G. y FISZMAN, S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid: Programa CYTED, 2005. P.359-362.
 13. LEMA. TAPIAS, Álvaro. Elementos de estadística multivariada. Medellín. Universidad Nacional de Colombia, 2002.