Scientia Agropecuaria
ISSN: 2077-9917
sci.agropecu@unitru.edu.pe
Universidad Nacional de Trujillo
Perú

Sánchez-González, Jesús Alexander; Pérez Cueva, Joel André
Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas
Scientia Agropecuaria, vol. 7, octubre, 2016, pp. 215-222
Universidad Nacional de Trujillo
Trujillo, Perú

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357657630008

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Scientia Agropecuaria
Website: http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Universidad Nacional de Trujillo

Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas

Sensory shelf life of mantecoso cheese using accelerated testing

Jesús Alexander Sánchez-González*; Joel André Pérez Cueva

Departamento de Ciencias Agroindustriales, Universidad Nacional de Trujillo Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo Perú.

Received May 5, 2015. Accepted July 29, 2016.

Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue estimar la vida útil sensorial del queso mantecoso, de marcas comercializadas en Cajamarca, envasado al vacío: "cefop" y envasado a la presión atmosférica: "huacariz"; mediante pruebas aceleradas. Para este propósito, el queso "huacariz" se almacenó a 20, 28, 35 y 40 °C, mientras que para el queso "cefop" se trabajó con 20, 28 y 35 °C de almacenamiento, realizándose con éstos pruebas de aceptabilidad sensorial en función al tiempo de almacenamiento con 41 consumidores constantes. Los resultados del análisis sensorial se analizaron con el software R para el análisis de estadística de supervivencia aplicada a la vida útil sensorial de los alimentos. Para ello se trabajó con la distribución de Weibull que permitió determinar los parámetros de forma β, necesario para conocer la confiabilidad de la data obtenida, y escala α. El Almacenamiento acelerado a temperaturas cercanas a 35 ºC arrojó valores de $\beta < 2$, para ambos quesos, sensorialmente estas muestras tuvieron variabilidad de aceptabilidad del consumidor y rápido rechazo por la alteración de la estructura del queso que empezó a fluir. Asimismo, se evaluó la Energía de Activación (Ea) para el queso mantecoso envasado a la atmósfera ("huacariz") y envasado al vacío ("cefop"), fueron de 14,26 ± 3,25 kcal/mol y 22,61 ± 5,92 kcal/mol, respectivamente. La vida útil sensorial del queso mantecoso "huacariz" y "cefop" a 10 °C de almacenamiento se estimó en 7,6 y 41,7 días, respectivamente.

Palabras clave: Vida útil sensorial, queso mantecoso, pruebas aceleradas, estadística de supervivencia, energía de activación.

Abstract

The aim of this research was to estimate sensory shelf life of "huacariz" and "cefop" mantecoso cheese, vacuum packaging: "cefop" and packaging to the atmospheric pressure: "huacariz"; brands marketed in Cajamarca, using accelerated shelf life testing. For this purpose, "huacariz" cheese was stored at 20, 28, 35 y 40 ºC, while it was set at 20, 28, 35 °C storage for "cefop" cheese, performing acceptability sensory tests according to time storage with both 41 consumers constants. The results from sensory analysis were analyzed by software R for survival analysis statistics applied to sensory shelf life of foods. For this, Weibull distribution was applied and allowed to know shape (β) and scale (α) parameters, just being β value necessary to know the reliability of the raw data. The accelerated storage at temperatures close to 35 ºC yielded values of $\beta < 2$, for both cheeses, by the sensory way these samples had variability of consumer acceptability and swift rejection by altering the structure of the cheese which started to flow. Activation energy (Ea) was evaluated for both mantecoso cheeses: atmosphere packaging ("huacariz") and vacuum packaging ("cefop"), getting an Ea value 14.26 ± 3.25 kcal/mol and 22.61 ± 5.92 kcal/mol corresponding to "huacariz" and "cefop" mantecoso cheese, respectively. Sensory shelf life of "huacariz" and "cefop" mantecoso cheese at 10 °C storage was about 7.6 and 41.7 days, respectively.

Keywords: Sensory shelf life, mantecoso cheese, accelerated testing, survival analysis, activation energy.

1. Introducción

Según Hough (2010), la vida útil de la mayoría de los productos alimenticios está limitada por los cambios en sus características sensoriales. En este contexto, la estimación de vida útil sensorial de los alimentos se ha convertido en un tema de investigación continua y extensa, tanto en

* Corresponding author
E-mail: jsanchezg@unitru.edu.pe (J.A. Sánchez-González).

© 2016 All rights reserved.
DOI: 10.17268/sci.agropecu.2016.03.08

los mecanismos de deterioro que se producen en los sistemas alimentarios como en el desarrollo y aplicación de metodologías para la estimación de la vida útil (Manzocco y Lagazio, 2009).

La estimación de la vida útil de un producto alimenticio, se realiza normalmente mediante evaluación sensorial, ya que las características sensoriales del producto son las variables que determinan la aceptabilidad por parte del consumidor (Rodríguez, 2010). La realización del análisis sensorial de una forma racional va a permitir conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción de los consumidores (Chamorro y Losada, 2002).

Los estudios de vida útil acelerados permiten obtener información en tiempos relativamente cortos; y consisten en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas, en general, deben ser mayores a las de almacenamiento y comercialización para permitir que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtenga una respuesta en períodos más cortos (Rodríguez, 2004).

Hough *et al*. (2006) aplicaron modelos de análisis de supervivencia en la estimación de la vida útil de los alimentos a diferentes temperaturas basados en la decisión de los consumidores en aceptar o rechazar el producto.

El uso de análisis de supervivencia para estudiar la vida útil es un método que consiste en enfocar la estimación de la vida útil en el rechazo del producto por los consumidores; este método se ha aplicado a frutas (Salvador *et al*., 2007), queso campesino (López y Novoa, 2009) y yogur (Pineda, 2005), entre otros. Se utiliza la función de rechazo F(t), definida como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto almacenado antes del tiempo t. El riesgo no se enfoca sobre el deterioro del producto, sino sobre el rechazo del consumidor hacia el producto (Curia *et al*., 2005). Se debe tener en cuenta que el momento en que un consumidor rechaza el producto depende de los tiempos de almacenamiento en que éste prueba el producto, sin embargo el tiempo t hasta que se produce el rechazo no se observa con exactitud, dando lugar a los llamados tiempos censurados (Garitta *et al*., 2005).

Entre las funciones de distribución más utilizadas está la de Weibull. Generalmente se utiliza el percentil 50 como el término de la vida útil, y corresponde al tiempo en el cual el 50% de los consumidores rechaza el producto (Hough *et al*., 2003).

La distribución de Weibull describe los tiempos de fallo de las componentes cuando su tasa de fallos aumenta o disminuye con el tiempo (Miller y Freund, 2004) y es uno de los métodos utilizados conjuntamente con el análisis sensorial para predicciones de deterioro.

El objetivo de este estudio fue determinar la vida útil sensorial del queso mantecoso comercial cajamarquino, aplicando pruebas aceleradas y el método de análisis de supervivencia a dos quesos con sistema de envasado diferente: al vacío y a la atmósfera normal.

2. Materiales y métodos

2.1 Muestras de queso

Para el presente trabajo se utilizó muestras de queso mantecoso de dos marcas: huacariz y cefop, los cuales procedían de la empresas Huacariz y del CEFOP (Centro experimental de Formación Profesional) respectivamente, ubicados en la ciudad de Cajamarca – Perú. Cada una de las muestras (cada marca de queso) pertenecía a un mismo lote, con las mismas condiciones de proceso y materia prima. Con respecto al empaque, el queso "huacariz" fue de polietileno de baja densidad y envasado a presión atmosférica, mientras que el queso "cefop" fue envasado al vacío.

2.2 Diseño experimental

Se aplicó la metodología de análisis de supervivencia con pruebas aceleradas. Se tomaron la misma cantidad de muestras de queso mantecoso "huacariz", procediendo a colocarlos en incubadoras prefabricadas para el respectivo estudio de vida útil acelerado, a 20, 28, 35 y 40 °C, respecti-

vamente, de donde se fueron retirando según el tiempo establecido para cada temperatura. Para el caso del queso mantecoso "cefop", se emplearon sólo tres temperaturas, las cuales fueron de 20, 28 y 35 °C respectivamente; teniendo para cada temperatura un número igual de muestras de queso.

Para el queso "huacariz", los tiempos de muestreos resultantes para cada temperatura fueron 20 °C: 0, 24, 36, 48, 60 y 72 h; 28 °C: 0, 18, 36, 45 y 54 h; 35 °C: 0, 12, 24 y 36 h; y 40 °C: 0, 8, 16 y 24 h. Con el queso "cefop" se trabajó de la siguiente forma: 20 °C: 0, 24, 48, 72, 96, 144, 168, 192 y 216 h; 28 °C: 0, 9, 18, 51, 63, 87 y 123 h; 35 °C: 0, 6, 12, 24, 27, 30 y 40 h.

2.3 Análisis Sensorial

El análisis sensorial se realizó con estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNT (Universidad Nacional de Trujillo), quienes fueron seleccionados como consumidores habituales de queso mantecoso, se trabajó con 41 panelistas no entrenados. El número de consumidores considerado en la mayoría de los experimentos de vida útil sensorial acordes al análisis de supervivencia ha estado cerca de 50 (Giménez *et al.*, 2007; Hough *et al*., 2003; Varela *et al*., 2005).

La prueba de supervivencia o aptitud de consumo del producto, se realizó por decisión simple: "sí" o "no" consumirían el producto; evaluando la misma cantidad de consumidores durante el tiempo de pruebas aceleradas, las muestras de queso mantecoso fueron codificadas con 4 dígitos y servidas a temperatura ambiente (Hough *et al.*, 2003). Las pruebas se detuvieron cuando el 50 % de consumidores rechazaron al producto durante dos evaluaciones consecutivas.

2.4 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de la prueba sensorial de consumidores se analizaron con ayuda del software R, adecuado para trabajar con datos censurados. Se aplicó la distribución de Weibull para modelar los datos de supervivencia; como resultado se obtuvieron los parámetros mu (μ) y sigma (σ) de la distribución Weibull, para cada temperatura programada, con los cuales se construyó una gráfica según la función de rechazo F(t) que permitió estimar el porcentaje (percentil) de rechazo o tiempo de fallo (Garitta *et al*., 2005). Esta función de rechazo se muestra en la ecuación (1); o de otra manera como en la ecuación (2) (Meeker y Escobar, 1998).

$$F(t) = 1 - exp\left[-exp\left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma}\right)\right] \quad (1)$$

$$F(t) = 1 - exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (2)$$

Dónde: *F(t)* es la función de fallo o rechazo; t es el tiempo (días, horas, etc.); μ y σ son los parámetros del modelo; β es el parámetro de forma; α es el parámetro de escala. Con las ecuaciones (1) y (2) se pueden obtener las siguientes relaciones: $\sigma = 1/\beta$, $\mu = \ln(\alpha)$; los valores β y α fueron analizados para conocer la confiabilidad del ajuste del modelo.

Se aplicó la prueba chi cuadrado para los resultados de análisis de supervivencia con pruebas aceleradas, así como también se calculó el valor de la Energía de activación (Ea) para evaluar el efecto de la temperatura.

3. Resultados y discusión

En las Tabla 1 se representan los parámetros del modelo, en este caso, los valores de μ y σ correspondientes a la distribución Weibull, los cuales se determinaron con el software R. En estas tablas se muestran las estimaciones de la media de cada parámetro para las diferentes temperaturas, así como los valores correspondientes al intervalo de confianza al 95%.

Con los parámetros de μ y σ encontrados, y con la ecuación (1) se pudo graficar el porcentaje de rechazo en función del tiempo de almacenamiento para cada temperatura de trabajo establecida. En la Figura 1 se observa esta función de rechazo para el queso mantecoso "huacariz" y "cefop", respectivamente.

Tabla 1
Parámetros μ y σ (95% CI) estimados para las temperaturas de almacenamiento establecidas de los quesos mantecoso

Temperatura de almacenamiento (°C)	Queso mantecoso "huacariz"		Queso mantecoso "cefop"	
	μ	σ	μ	σ
20	4,36 ± 0,14	0,23 ± 0,15	5,45 ± 0,17	0,33 ± 0,17
28	3,88 ± 0,20	0,43 ± 0,23	4,95 ± 0,25	0,47 ± 0,31
35	3,36 ± 0,23	0,53 ± 0,23	3,76 ± 0,46	0,99 ± 0,54
40	2,92 ± 0,37	0,81 ± 0,46		

CI – confidence interval (intervalo de confianza)

Asimismo con los valores μ y σ obtenidos, y mediante la relación entre las ecuaciones (1) y (2), se procedió a obtener los parámetros de forma (β) y escala (α) del modelo Weibull.

En la Tabla 2 se muestran los valores de β y α correspondientes para el queso mantecoso "huacariz" y "cefop".

El parámetro de escala ("vida característica") representa la extensión de la distribución en el tiempo; mientras que el parámetro de forma determina la forma de la distribución, siendo el indicador del mecanismo de falla (define cómo está distribuida la data).

El valor del parámetro de forma β para cada temperatura es mayor que 1, tanto para el queso "huacariz" como "cefop", lo cual indica que la velocidad de fallas es creciente (Gacula y Kubala, 1975). Este resultado describe de manera apropiada la velocidad de fallas del deterioro de un producto alimenticio.

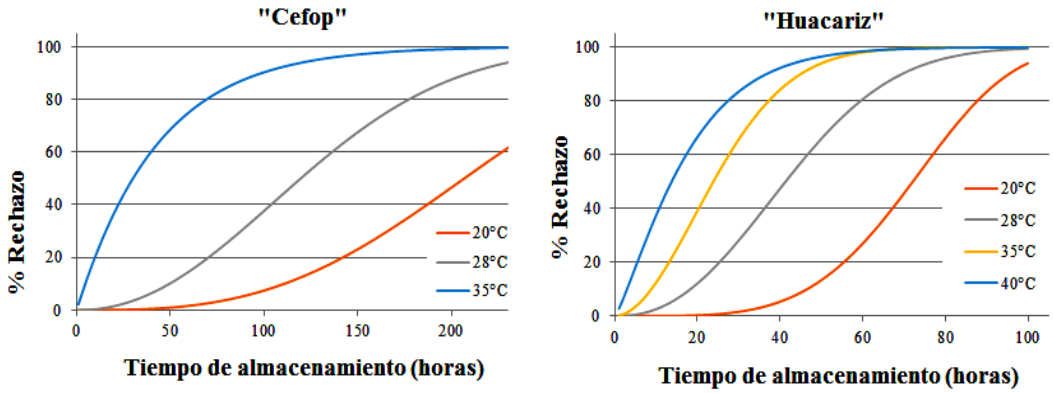


Figura 1. Curvas de supervivencia de las muestras de queso mantecoso, según la Función de fallo (rechazo) de Weibull.

Tabla 2
Parámetros β y α para las diferentes temperaturas de almacenamiento establecidas del queso "huacariz" y "cefop"

Parámetro	Queso "huacariz"				Queso "cefop"		
	20 °C	28 °C	35 °C	40 °C	20 °C	28 °C	35 °C
α	4,30	2,31	1,90	1,22	3,02	2,14	1,01
β	78,53	48,40	28,93	18,53	233,57	141,98	43,29

β – parámetro de forma; α – parámetro de escala.

Cardelli y Labuza (2001) mencionan que la distribución Weibull es simétrica para los valores comprendidos entre $2< \beta < 4$, lo cual permite una mejor estimación del tiempo de vida útil del producto. Esto no coincide con los valores de β correspondientes para la evaluación del rechazo del queso "huacariz" y "cefop" a 40 y 35 °C respectivamente. Según Gacula y Kubala (1975) los valores de β, por encima de 2 y menores a 5, indican que la curva de Weibull se asemeja a la curva normal (forma acampanada). Para el caso de los valores β que no se encuentran dentro del rango, se observa en su representación gráfica (Figura 1) que éstas siguen una tendencia similar a la exponencial (cuando $\beta = 1$), esto se puede deber a la variabilidad de aceptabilidad del consumidor sobre las muestras almacenadas a altas temperaturas, y además al rápido rechazo del queso a tales temperaturas. Estas altas temperaturas pudieron iniciar nuevas reacciones de degradación que no ocurren bajo condiciones normales del producto (Speigel, 1992), provocando posiblemente migración de sabores, cambios en textura que se ven influenciadas por el estado de grasa del queso, que a estas temperaturas es líquida y contribuye poco a la firmeza (Roudot, 2004).

Para estimar la vida útil sensorial de un producto, se eligió la probabilidad de un consumidor en rechazar el producto. Con el software R se determinó los tiempos de vida útil sensorial previstos para cada temperatura de almacenamiento, obteniendo estos resultados para 10%, 25% y 50% de rechazo. Estos percentiles coinciden con lo reportado por Hough *et al*. (2003), lo cual recomienda 50% o mediana, si se está interesado en saber cuántos días se puede almacenar un alimento para que menos del 50% de los consumidores rechacen el producto. Curia *et al*. (2005) usaron un 25% y 50% de rechazo para un estudio de yogurt.

En las tablas 3 y 4 se observa los tiempos de vida útil con sus intervalos de confianza a 95%, para cada temperatura trabajada tanto para el queso "huacariz" como "cefop". Los valores obtenidos de vida útil del queso "huacariz" a un 50% de rechazo son 72,1, 41,3, 23,8 y 13,7 h a 20, 28, 35 y 40 °C respectivamente; mientras que para el queso "cefop" se tiene 206,8; 119,6 y 30,1 h a 20, 28 y 35 °C, respectivamente.

Tabla 3
Tiempo de vida útil (horas) del queso huacariz, estimado para diferentes porcentajes de rechazo a distintas temperaturas de almacenamiento

Porcentaje de rechazo	Temperatura de almacenamiento			
	20 °C	28 °C	35 °C	40 °C
10	46,53 ± 12,85	18,29 ± 10,15	8,82 ± 5,31	2,94 ± 3,76
25	58,78 ± 9,68	28,24 ± 9,73	14,99 ± 5,74	6,69 ± 4,83
50	72,11 ± 9,29	41,31 ± 8,95	23,84 ± 6,07	13,73 ± 5,81

CI – Intervalo de confianza a 95%.

Tabla 4
Tiempo de vida útil (horas) del queso cefop, estimado para diferentes porcentajes de rechazo a distintas temperaturas de almacenamiento

Porcentaje de rechazo	Temperatura de almacenamiento		
	20 °C	28 °C	35 °C
10	110,84 ± 37.94	49.57 ± 30.09	4,65 ± 6,47
25	154,60 ± 31,93	79.29 ± 26,55	12,60 ± 9,27
50	206,87 ± 31,99	119.62 ± 27.18	30,11 ± 13,80

CI – Intervalo de confianza a 95%.

La vida útil encontrada para el queso "huacariz" es muy baja, presentando valores similares como el queso asadero, de 5 y 3 días almacenado a 20 y 30 °C respectivamente (Carrillo y Mondragón, 2011). Asimismo, para el queso Halloumi se encontró una vida útil de 2,6 días cuando fue almacenado a 25 °C (Kamleh *et al*., 2012); para un yogur concentrado (Labneh) se reportó 2,3 - 2,7 días a 25 °C (Al-Kadamany *et al*., 2002).

Utilizando los datos obtenidos por el análisis de supervivencia con el software R, se procedió a aplicar los resultados para las temperaturas de almacenamiento del queso mantecoso "huacariz" y "cefop", con la finalidad de determinar la Energía de Activación (Ea) y la vida útil sensorial deseada.

En la tablas 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos del software R, donde el valor beta1 es igual a la relación Ea/R, siendo R la constante de los gases ideales (8,314 J/mol K). Si la Ea/R ± 95% de intervalo de confianza para el queso "huacariz" y "cefop" fue igual a 7178,91 ± 1632,98 y 11383,83 ± 2978,41, la Energía de Activación es igual a 14,26 ± 3,25 kcal/mol (59 kJ/mol) y 22,61 ± 5,92 kcal/mol (95 kJ/mol), respectivamente.

Los valores de energía de activación encontrados en este trabajo se encuentran dentro del rango según el estudio de Ramallo *et al.* (2001), que menciona que el rango de valores de energías de activación establecidos para productos agroalimentarios está comprendido entre 15 y 95 kJ/mol. Asimismo, Torres *et al*. (2001) indican que la energía de activación para reacciones de oxidación de lípidos se encuentra en el ámbito de 41842 J/mol (10 kcal/mol) a 104605 J/mol (25 kcal/mol). Con respecto a los valores de Ea encontrados en este trabajo, estos son muy cercanos a lo reportado para el "dulce de leche" con 14,37 ± 2,08 kcal/mol (Garitta *et al.*, 2004); para el queso ricotta con 14,8 kcal/mol (Hough *et al*., 1999); para el yogur concentrado (Labneh) con 11,3 kcal/mol (Al-Kadamany *et al.*, 2002).

La prueba de chi cuadrado obtenido por el software R arrojó un nivel de significancia de $1,29 \times 10^{-11}$ y $1,74 \times 10^{-7}$ para el queso "huacariz" y "cefop" respectivamente, comprobando el ajuste de tendencia de supervivencia en ambos casos.

En la Tabla 7 se muestra los valores estimados de vida útil a 10 °C, que es la temperatura planteada en este trabajo de investigación, con un intervalo de confianza de 95%, para cada porcentaje de rechazo.

Tabla 5
Valores estimados con el software R para las 4 temperaturas de almacenamiento del queso huacariz

	Valor	beta0	sigma	beta1
1	Estimado	-19,95	0,513	7178,91
2	Límite bajo	-25,31	0,403	5545,92
3	Límite alto	-14,59	0,653	8811,89

Tabla 6
Valores estimados con el software R para las 3 temperaturas de almacenamiento del queso cefop

	Valor	beta0	sigma	beta1
1	Estimado	-33,05	0,669	11383,83
2	Límite bajo	-42,94	0,502	8405,42
3	Límite alto	-23,15	0,891	14362,24

Tabla 7
Tiempos de vida útil (días) para diferentes porcentajes de rechazo del queso mantecoso, a 10 °C de almacenamiento

Porcentaje	Vida útil (días)	
	Queso huacariz	Queso cefop
10	2,89 ± 1,34	11,82 ± 9,02
25	4,84 ± 2,07	23,16 ± 16,10
50	7,60 ± 3,27	41,73 ± 28,85

CI – Intervalo de confianza a 95%

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 7), los tiempos de vida útil estimados a 10 °C con un intervalo de confianza de 95% son 7,6 ± 3,27 y 41,7 ± 28,85 días para el queso mantecoso "huacariz" y "cefop", respectivamente.

En el caso del queso mantecoso "cefop", su vida útil estimada es muy elevada en comparación con el queso "huacariz", debiéndose principalmente al tipo de conservación, ya que se encuentra envasado al vacío. El empaque juega un papel importante manteniendo la calidad y vida en anaquel en el caso de alimentos empacados, sirviendo como parte integral del sistema de preservación empleado (Tung *et al.*, 2001). Se determinó que el tiempo de vida útil sensorial del queso doble crema mediante estadística de supervivencia, en dos niveles de grasa, almacenado a 4 °C y empacado al vacío, está alrededor de 60 días (López y Novoa, 2008). Estos autores también reportaron la vida útil del queso campesino en 40 - 45 días (rico en grasa) y en 25 - 30 días (semigraso), siendo estos empacados al vacío y almacenados a 4 °C.

El queso mantecoso "huacariz" presentó una vida útil de 7,6 días a 10 °C, valores cercanos a la vida útil del queso asadero almacenado a la misma temperatura, siendo este valor de 9 días (Carrillo y Mondragón, 2011). El queso cottage almacenado a 4 °C tuvo una vida útil nominal de 19 días, mientras que a 7 °C fue de 6,5 días (Schmidt y Bouma, 1992); el queso ricotta presentó una vida útil de 33 ± 1,4; 12,5 ± 0,5 y 5,5 ± 0,5 días para temperaturas de 6, 17, y 25 °C, respectivamente (Hough *et al.*, 1999); un yogur concentrado (Labneh) tuvo una vida útil de 8,5 - 10,5 y 4,7 - 5,8 días a 5 y 15 °C respectivamente (Al-Kadamany *et al.*, 2002); el queso crema presentó una vida útil de 12 días conservado a 4 °C (Iñiguez *et al.*, 2008).

4. Conclusiones

Se logró estimar la vida útil sensorial tanto para el queso mantecoso "huacariz" como "cefop" a la temperatura de 10 °C de almacenamiento, siendo 7,6 ± 3,27 y 41,7 ± 28,85 días para "huacariz" y "cefop" respectivamente. La metodología utilizada permitió encontrar valores de energía de activación (Ea) de 14,26 ± 3,25 kcal/mol y 22,61 ± 5,92 kcal/mol para el queso mantecoso "huacariz" y "cefop" respectivamente. Los valores de β, fueron bajos (β < 2) para la evaluación del rechazo de las muestras de queso mantecoso "huacariz" almacenadas a 40 ºC y "cefop" almacenadas a 35 ºC, lo cual se interpreta como la variabilidad de la aceptabilidad por parte del consumidor sobre las muestras almacenadas a altas temperaturas.

Referencias

Al-Kadamany, E.; Toufeili, I.; Khattar, M.; Abou-Jawdeh, Y.; Harakeh, S.; Haddad, T. 2002. Determination of shelf life of concentrated yogurt (Labneh) produced by in-bag straining of set yogurt using hazard analysis. Journal of Dairy Science 85: 1023-1030.

Cardelli, C.; Labuza, T. 2001. Application of weibull hazard analysis to the determination of shelf life of roasted and ground coffee. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 34: 273–278.

Carrillo, M.; Mondragón, F. 2011. Estudio de vida útil del queso asadero. Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Chamorro, C.; Losada, M. 2002. El análisis sensorial de los quesos. Madrid España. Editorial AMV, pp. 18-24, 26-170.

Curia, A.; Fiszman, S.; Gámbaro, A.; Gómez, G.; Hough, G.; López, N. 2005. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. 1ª ed. Madrid, España: Cyted. 111 pp.

Gacula, M.; Kubala, J. 1975. Statistical models for shelf-life failures. Journal of Food Science 40 (2): 404-409.

Garitta, L.; Hough, G.; Sánchez, R. 2004. Sensory Shelf Life of Dulce de Leche. American Dairy Science Association 87: 1601-1607.

Garitta, L.; Gómez, G.; Curia, A. 2005. Metodología de Estadística de Supervivencia. En: Hough, G.; Fiszman,

S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Valencia: Programa CYTED, pp. 53-69.

Giménez, A.; Varela, P.; Salvador, A.; Ares, G.; Fiszman, S.; Garitta, L. 2007. Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach. Food Quality and Preference 18: 196–204.

Hough, G.; Puglieso, M.; Sánchez, R.; Da Silva, O. 1999. Sensory and microbiological shelf-life of a commercial Ricotta cheese. Journal of Dairy Science 82: 454-59.

Hough, G.; Langohr, K.; Gómez, G.; Curia, A. 2003. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. Journal of Food Science 68: 359– 362

Hough, G.; Garitta, L.; Gómez, G. 2006. Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models. Food Quality and Preference 17: 468-473

Hough, G. 2010. Sensory Shelf Life Estimation of Food Products. CRC Press, Boca Raton, FL. 264 pp.

Iñiguez, C.; Cardoso, F.; Suárez-Solíz, V. 2008. Conservación de un queso tipo crema de alta humedad a partir de leche de búfala. Ciencia y Tecnología de alimentos 18 (3): 69-72.

Kamleh, R.; Toufeili, I.; Ajib, R.; Kanso, B.; Haddad, J. 2012. Estimation of the shelf life of Halloumi Cheese using survival analysis. Czech J. Food Sci. 30: 512–519.

López, N.; Novoa, C. 2008. Evaluación de la vida útil sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.

López, N.; Novoa, C. 2009. Efecto de dos niveles de grasa sobre la vida útil sensorial del queso campesino. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.

Manzocco, L.; Lagazio, C. 2009. Coffee brew shelf life modeling by integration of acceptability and quality data. Food Quality and Preference 20: 24 – 29.

Meeker, W.; Escobar, L. 1998. Statistical methods for reliability data. New York: John Wiley & Sons. 712 pp.

Miller, I.; Freund, J. 2004. Probabilidad y estadística para ingenieros. Barcelona: Editorial Reverté. 416 pp.

Pineda, J. 2005. Influencia de los microorganismos psicotróficos de la leche en la vida útil sensorial del yogurt. Trabajo final, Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia.

Ramallo, L.; Pokolenko, J.; Balmaceda, G.; Schmalko, M. 2001. Moisture diffusivity, shrinkage, and apparent density variation during drying of leaves at high temperatures. International Journal of Food Propierties 4(1): 163-170.

Rodríguez, V. 2004. Estimación de la vida útil de la harina de pejibaye, obtenida por deshidratación. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Rodríguez, S. 2010. Pruebas de vida útil y diseño de etiqueta para néctares de curuba (*Passiflora tripartita* var. Mollissima) y gulupa (*Passiflora edulis* var. edulis). Trabajo final para optar al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Bogotá.

Roudot, A. 2004. Reología y análisis de la textura de los alimentos. España: Editorial Acribia S.A. 210 p.

Salvador, A.; Varela, P.; Fiszman, S. 2007. Consumer acceptability and shelf life of "Flor de invierno" pears (*Pyrus communis* L.) under different storage conditions. Journal of Sensory Studies 22(3): 243-255.

Schmidt, K.; Bouma, J. 1992. Estimating shelf life of cottage cheese using hazard analysis. Journal of Dairy Science 75: 2922–2927.

Speigel, A. 1992. Shelf life testing in plastic in food package, properties design and fabrication. New York, USA, pp. 358-396.

Torres, A.; Guerra, M.; Rosquete, Y. 2001. Estimación de la vida útil de una fórmula dietética en función de la disminución de lisina disponible. Ciencia y Tecnología de Alimentos Brasil 21(2): 129-133.

Tung, M.; Brito, I.; Yada, S. 2001. Packaging considerations. 129–145. In: Eskin, M.; Robinson, D. (Eds.) Food shelf life stability. US. p. 3-36.

Varela, P.; Salvador, A.; Fiszman, S. 2005. Shelf-life estimation of Fuji apples: Sensory characteristics and consumer acceptability. Postharvest Biology and Technology 38: 18-24.